<36629959300019

Kommentar

zum

größeren und kleineren Handbuche

für Schüler

von

Berthelt, Jäkel, Petermann.

Zweites Bändchen: Chemie.

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Leipzig,
Verlag von Julius Klinkhardt.
1871.

Chemie.

Für Schulen
und
zum Selbstunterrichte.

Von

A. Berthelt.

Mit Abbildungen.

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Leipzig,
Verlag von Julius Klinkhardt.
1871.

Inhaltsverzeichniss.

Die Chemie ist ein Zweig der Naturwissenschaft, welcher gegenwärtig eine solche Bedeutung gewonnen hat, daß man der Bekanntschaft mit ihm die allgemeinste Verbreitung wünschen muß. Gleichwohl ist derselbe Vielen noch eine ziemlich unbekannte Sache und Mancher meint wohl noch, die Chemie handle von Dingen, die im gewöhnlichen Leben gar nicht vorkommen, weshalb man auch von ihr nichts zu wissen brauche. Wenn ein Solcher von Chemie etwas hört, so denkt er nur an ein Zimmer, in welchem eine Menge sonderbarer Vorrichtungen, Apparate und Gefäße aufgestellt sind, und an einen Mann, der eine uns anderen Menschen ganz unverständliche Kunst damit treibt. Sie beschäftige sich, denkt er weiter, nur mit Stoffen und Körpern, die man im Leben gar nicht zu sehen bekomme, und in den chemischen Laboratorien würden nur Dinge fabricirt, die man höchstens in Apotheken, aber sonst nirgends anders brauchen könne. Daß aber die Chemie von Vorgängen handelt, die tagtäglich in der Natur und vor unseren Augen geschehen und daß das ganze Leben in der Natur aus Tausenden und aber Tausenden, ja aus Millionen und aber Millionen von chemischen Vorgängen besteht, ist Etwas, worüber sie ungläubig die Köpfe schütteln. Und wenn man ihnen dann noch sagt, daß sie selbst zu den Chemikern gehören und alle Tage Chemie treiben, so gerathen sie vollends in Verwunderung und Erstaunen. Und doch hat das Alles seine Richtigkeit.

Wenn wir mit dem Streichhölzchen an der Wand hinstreichen und es auf diese Weise entzünden, so machen wir ein chemisches Experiment. Wenn das Licht auf unserm Tische verbrennt, so ist das ein chemischer Vorgang. Wenn der Tabakraucher gemüthlich seine Cigarre raucht, so greift er dem Chemiker in's Handwerk. Wenn eine ganze Stadt in Flammen steht, so ist das nichts anders, als ein großes chemisches Ereigniß, und die Spritzenleute, die es zu dämpfen suchen, sind praktische Chemiker. Alles Verbrennen, wo und wie es nur immer geschehen mag, ist ein chemischer Vorgang. Wer hätte also nicht schon chemische Vorgänge gesehen? — Wenn die Vorräthe im Keller anfangen zu faulen und die Speisen und Getränke sauer werden, so sind das chemische Vorgänge, und die besorgte Hausmutter, die bald dieses, bald jenes Mittel anwendet, um das Sauerwerden zu verhüten, ist mit Chemie beschäftigt. Der Bierbrauer, der aus der Gerste das Bier bereitet; der

Winzer, der den Saft der Trauben in Wein umwandelt; die Bauerfrau, die aus der Milch Butter und Käse scheidet; die Bäckerin, die aus Mehl und Wasser das wohlschmeckende gesäuerte Brod herstellt: sie alle können sich mit Recht den Chemikern beizählen. — Jede Pflanze ist ein chemischer Apparat, d. h. eine Vorrichtung, in welcher fortwährend chemische Veränderungen vor sich gehen; sie verwandelt die aufgesogene Nahrung in ihre eigenen Bestandtheile. Die Speisen, die das Thier genießt, werden in seinem Leibe chemischen Prozessen unterworfen, und wir nennen diese Vorgänge die Verdauung. Auch das Athemholen ist ein chemischer Vorgang. Wer möchte hiernach noch behaupten, daß das, womit die Chemie sich beschäftigt, eine seltene und unbekannte Sache sei? Wer sollte nicht Lust haben, zu erfahren, was es mit diesen Vorgängen für eine Bewandtniß hat?

Manche meinen wohl auch, die Chemie sei eine viel zu schwierige Wissenschaft. Das, was sie lehrt, könne man nur schwer begreifen, und die vielen fremden Namen, die sie vorbringe, seien gar nicht zu merken. Sie erfordere darum ein jahrelanges Studium. Allerdings kann der Chemiker von Fach seine ganze Lebenszeit hindurch an der Chemie studiren, besonders wenn er immer mehr neue Entdeckungen darin machen will. Aber so viel, als jeder gebildete Mensch davon wissen sollte, mit andern Worten, um eine Idee von der Chemie zu bekommen, das kann man in wenig Monaten lernen, und das Studium ist eben so leicht, als angenehm.

Jeder Körper besteht aus unendlich kleinen Theilen.*)

Alle Körper, die es auf der Erde giebt, kann man theilen, zerschneiden, zerhacken, zerschlagen, zerpochen oder auf sonst eine Weise in kleinere Theile zerlegen. Man nehme ein Stück Sandstein, schlage mit dem Hammer darauf, und es zerfällt in Hunderte und Tausende kleiner Sandkörnchen. Man zerquetsche jedes einzelne dieser Sandkörnchen wieder unter dem Hammer und man wird eine noch größere Anzahl, aber viel kleinere Theilchen erhalten. Endlich werden wir allerdings nicht mehr im Stande sein, die Theilchen noch weiter zu verkleinern, weil unsere Augen sie nicht mehr erkennen, unsere Finger sie nicht mehr fassen können und unsere Werkzeuge nicht mehr fein genug sind, eine noch weiter gehende Theilung hervorzubringen. In unseren Gedanken können wir aber die Theilung immer noch weiter fortsetzen und uns selbst die kleinsten Theilchen noch millionenmale zertheilt und verkleinert denken. Solche kleine Theilchen würden wir freilich mit den besten Vergrößerungsgläsern nicht mehr zu erkennen im Stande sein. Und wie groß mag die Zahl solcher Theilchen sein, aus denen der Stein besteht, von dem wir oben redeten? Niemand kann aber auch leugnen, daß der Stein wirklich aus Millionen solcher kleinen Theilchen zusammengesetzt ist. Weil diese Theilchen so ungeheuer klein und für unsere Sinne gar nicht mehr wahrnehmbar sind, so nennt man sie unendlich klein. Man darf

---

*) Siehe meine Naturlehre. 8. Aufl. S. 5. §. 4.

freilich hier das Wort **unendlich** nicht ganz in seinem vollen Sinne nehmen.

Wie das Stück Sandstein, so besteht jeder andere Körper aus unendlich kleinen Theilchen: das Eisen aus unendlich kleinen Eisentheilchen, das Blei aus unendlich kleinen Bleitheilchen, der Schwefel aus unendlich kleinen Schwefeltheilchen, das Holz aus unendlich kleinen Holztheilchen u. s. w. u. s. w. Diese Theilchen, die man sich nun als nicht weiter theilbar denkt, bezeichnet man auch mit dem Namen **Atome.** Unter Atomen versteht man also die unendlich kleinen untheilbaren Theilchen, aus denen irgend ein Körper zusammengesetzt ist. Wenn schon ein Kreidetheilchen, das an unserm Finger klebt, aus Billionen Atomen besteht, wie groß mag dann die Zahl der Atome unserer Erde oder die Zahl der Sonnenatome sein? Wenn schon das Wassertröpfchen, das an einer Nadelspitze hängen bleibt, von Billionen Wasseratomen gebildet ist, wie viel solcher Atome mag dann das Weltmeer fassen?

Kurz, **jeder Körper ist eine Verbindung von unendlich kleinen Theilchen.**

Die Anziehungskraft.*)

Wie kommt es aber, daß die Theilchen eines Sandsteins oder die Eisenatome eines Stück Eisens, oder die Atome eines Holzspanes so fest zusammenhängen? Wie kommt es, daß nicht die ganze Erde in unsichtbaren Atomstaub zerfällt? Welche Kraft hält die Atome an einander, so daß sie einen sichtbaren Körper bilden können? Jedenfalls muß der Schöpfer eine Kraft in sie gelegt haben, die ein Atom an dem andern festhält. Jedes Atom muß die Kraft besitzen, andere Atome anzuziehen und festzuhalten, gleichwie der Magnet ein Stück Eisen an sich zieht. Diese Kraft, die in den Atomen wohnt, nennt man die **Anziehungskraft** oder **Zusammenhangskraft**. Freilich kann man diese Anziehungskraft nicht mit den Sinnen wahrnehmen, aber vorhanden muß sie sein, wie könnte sonst ein Atom an dem andern hängen bleiben? Die Eisenatome besitzen diese Kraft in höherem Grade, als die Holzatome, da Holz sich leichter theilen läßt, als Eisen. In den Wasseratomen ist diese Kraft wiederum schwächer, als im Holze; in den Atomen des Diamants ist sie dagegen am stärksten. Alle Körper würden auf einmal in Staub zerfallen, wenn diese Kraft, die ihre Theilchen zusammenhält, aufhörte zu wirken. Unser eigner Körper und die ganze Welt würde in Atome sich auflösen. Also,

die Theilchen jedes Körpers werden durch die Kraft der Anziehung zusammengehalten.

Allerdings kann die anziehende Kraft eines einzelnen Atomes nicht meilenweit, ja nicht einmal zoll- oder linienweit wirken. Wenn zwei Atome nur so weit von einander entfernt sind, als der feinste Faden eines Spinnengewebes dick ist, so reicht schon die anziehende Kraft der Atome nicht von einem zum andern, und sie können einander nicht fest-

*) S. Naturlehre. 8. Aufl. S. 9. §. 7. Zusammenhangskraft.

halten. Sie dürfen nicht einmal so weit von einander entfernt sein, daß man mit einem Vergrößerungsglase noch einen Zwischenraum wahrnehmen kann. Eben so wie die Atome selbst unendlich klein sind, eben so müssen sie einander auch unendlich nahe gebracht werden, wenn sie mit ihrer anziehenden Kraft auf einander wirken sollen. Darum kann man zwei Stücke Gold an einander halten und die beiden Stücke bleiben doch nicht an einander hängen und vereinigen sich zu einem Stücke, weil die Atome des einen und des andern Stückes noch viel zu weit von einander entfernt bleiben. Schmilzt man jedoch die beiden Goldstücke zusammen, dann kommen, im flüssigen Zustande, die Atome in die nothwendige Nähe, wirken anziehend auf einander und die Goldstücke werden zu einem Stücke. Auf diese Weise kann man Eisen-, Kupfer-, Zinn-, Schwefelstücke u. s. w. zu einem Eisen-, Kupfer-, Zinn- oder Schwefelstücke vereinigen, wenn man sie mit einander schmilzt und so ihre Atome in den Bereich ihrer Anziehungskraft bringt. Bei dem Bleie halten schon im festen Zustande zwei glatte Stücke, die man an einander preßt, mit großer Kraft zusammen.

Die anziehende Kraft eines Atomes wirkt nur in unendlicher Nähe.

Die Aggregatzustände der Körper.*)

Das Schmelzen und Verdampfen.

Die Körper auf der Erde findet man in drei verschiedenen Zuständen. Sie sind entweder **fest**, wie Gold, Silber, Kupfer, Stein, Holz ꝛc., oder sie sind **tropfbar flüssig**, wie Wasser, Milch, Spiritus ꝛc., oder sie sind **luftförmig**, wie die gewöhnliche Luft, das Wassergas und andere. Jedermann weiß auch, daß man die festen Körper durch Wärme und Hitze in den flüssigen Zustand versetzen kann.**) In der Wärme schmilzt das Eis zu Wasser. Alle Metalle lassen sich schmelzen. Selbst Steine verwandeln sich in großer Hitze zu einer flüssigen Masse, wie z. B. Kieselsand bei der Glasbereitung geschmolzen wird. Es giebt nur wenige Körper, welche man bis jetzt noch nicht hat schmelzen können, z. B. Kohle. Wenn man im Stande sein wird, noch höhere Hitzgrade, als bis jetzt, hervorzubringen, dann wird man jedenfalls auch diese Körper schmelzen können. Bei großer Hitze würden demnach alle Körper flüssig werden, ja die ganze Erde würde schmelzen und wie ein großer Feuertropfen im Weltraume hinrollen.

Alle festen Körper können in einen tropfbar flüssigen Zustand versetzt werden.

Bei noch größerer Wärme gehen sie sogar aus dem tropfbarflüssigen Zustande in den ausdehnsam flüssigen oder luftförmigen über. Wer weiß nicht, daß das Wasser sich in Wasserdampf, der Schwefel in Schwefeldampf, das Quecksilber in Quecksilberdampf verwandeln läßt! So lassen sich alle festen und flüssigen Körper in Dampf, d. h. in Luft-

---

*) S. Naturlehre. 8. Aufl. S. 9. §. 7.
**) S. Naturlehre 8. Aufl. S. 52. §. 33.

form umwandeln. Freilich erfordern manche dabei eine sehr hohe Temperatur. In dieser gelingt es aber auch sogar, Eisen, Kupfer, Platin und andere dampfförmig zu machen. Wenn das bei einigen Körpern noch nicht gelingen wollte, so lag es ebenfalls nur daran, daß die Hitze, die wir hervorzubringen vermögen, noch nicht groß genug war. Bei ungeheuer großer Hitze würden alle Körper luftförmig und unsere Erde nicht nur ein flüssiger Feuerball, sondern endlich sogar eine weitausgedehnte Dampfmasse werden.

Alle tropfbar flüssig gemachten Körper können in den luftförmigen Zustand übergehen.

Die Kraft, welche den Uebergang aus dem festen in den tropfbar flüssigen und aus diesem in den luftförmigen Zustand bewirkt, ist die **Wärme**. Die Wärme treibt gleichsam die Atome auseinander, vermindert dadurch die Wirkung ihrer Anziehungskraft oder hebt sie ganz auf. Kurz, die Wärme wirkt unter gewissen Umständen der anziehenden Kraft entgegen.

Wenn ein Körper aus dem festen in den tropfbar flüssigen oder aus diesem in den luftförmigen Zustand übergehen soll, so ist allemal ein **bestimmter Grad** von Wärme nothwendig. Das Quecksilber wird schon bei 32 Grad Kälte flüssig, Eis schmilzt bei 0 Grad R., Wachs bei 48 Grad Wärme, Blei bei 257 Grad, Silber bei 800 Grad, Gußeisen bei 980 Grad, Gold bei 1000 Grad. Weingeist wird bei 62 Grad luftförmig, Wasser bei 80, Schwefelsäure bei 260, Quecksilber bei 288 Grad u. s. w.

Zugleich wird aber auch beim Schmelzen und beim Sieden eine gewisse **Wärmemenge** verbraucht, d. h. die Wärme verschwindet und ist für unser Gefühl, sowie am Thermometer nicht mehr wahrnehmbar. Wenn das Eis schmilzt, so nimmt es eine gewisse Menge von Wärme in sich auf. Eben so das Wasser, wenn es sich in Dampf verwandelt. Das Wasser ist darum eine Verbindung von Eis und Wärme, und der Wasserdampf eine Verbindung von Wasser mit noch mehr Wärme. Auf gleiche Weise verbinden sich alle Körper, wenn sie so aus einem Zustande in den andern übergehen, mit Wärme.

Bei verminderter Temperatur, d. h. bei zurückgehender Wärme, findet der Vorgang in umgekehrter Weise statt; die luftförmigen Körper werden tropfbar flüssig und die tropfbar flüssigen erstarren zu einer festen Masse. Dabei wird auch allemal wieder Wärme frei. Der Wasserdampf z. B. verwandelt sich in Wasser, das Wasser endlich in Eis. So würden bei großer Kälte alle Flüsse und Bäche, alle Seen und Teiche, selbst das große Weltmeer durch und durch zu Eis gefrieren. Der Saft in den Pflanzen und das Blut in den Menschen und Thieren würde gerinnen, ja bei noch größerem Mangel an Wärme würde der ganze Luftkreis als eine feste Rinde sich um unsern Erdball legen. Alles Leben und alle Bewegung müßte dann aufhören und die Erde wäre dann blos noch eine todte, formlose Masse.

Das Auflösen.

Mit Hilfe der Wärme kann man also feste Körper flüssig machen. Diese Verwandlung kann man aber auch bei vielen Körpern auf eine andere Weise bewerkstelligen. Man werfe nur Salz oder Zucker in ein Gefäß mit Wasser und bald werden sie darin zergangen sein. Salz und Zucker sind nicht mehr fest, sie sind im Wasser flüssig geworden. Man sagt, sie haben sich darin aufgelöst. Alle Körper, die wir im gewöhnlichen Leben Salze nennen, z. B. Alaun, Salpeter ꝛc. sind im Wasser auflöslich. Andere lassen sich zwar nicht im Wasser, aber in andern Flüssigkeiten lösen, z. B. fast alle Harze in Weingeist; Fette und Oele in dem kohlenstoffreichen Benzin; metallische Körper in Säuren (Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure ꝛc.). Sogar Gold und Platin sind in einer Verbindung der Salpeter- und Salzsäure, dem Königswasser, der Auflösung unterworfen.*)

Die Flüssigkeiten können aber nur eine gewisse Menge von einem Körper auflösen. Thut man z. B. in ein Maß Wasser immer mehr und mehr Salz, so hat endlich das Auflösen ein Ende und das überschüssige Salz bleibt unaufgelöst. Es setzt sich zu Boden. Man sagt, die Flüssigkeit ist gesättigt.**) Gießt man mehr Wasser zu, dann freilich geht die Auflösung von neuem vor sich, bis wiederum Sättigung stattfindet. Von manchen Salzen kann warmes Wasser mehr auflösen, als kaltes. Schüttet man z. B. in eine halb mit kaltem Wasser gefüllte Kochflasche so viel gepulverten Salpeter, bis sich derselbe nicht mehr auflöst,***) und thut dann noch etwa halb soviel Salpeter hinein, so wird auch dieser gelöst werden, wenn man die Flasche über der Spirituslampe erwärmt. — Manche Salze sind bei einem bestimmten Wärmegrade am löslichsten, z. B. Glaubersalz.

Ist das Wasser gesättigt und man läßt einen Theil desselben verdampfen, so kehrt auch ein Theil des Salzes oder eines anderen darin aufgelösten Körpers in feste Gestalt zurück und es bildet sich davon ein Niederschlag. Läßt man alles Wasser verdunsten oder verkochen, so kommt auch die ganze Masse des aufgelösten Körpers wieder zum Vorschein. Auf diese Weise gewinnt man aus dem Salzwasser das Salz. Das Wasser verdampft und das darin enthaltene Salz bleibt zurück. Bei der chemischen Auflösung erhält man nach dem Verdampfen einen Körper zurück, der durch chemische Verbindungen entstanden ist.

Noch ist zu bemerken, daß in ein und derselben Flüssigkeit auch immer nur ein und dieselbe Menge eines bestimmten Körpers, nicht mehr

---

*) Die Auflösung eines Metalles in Säuren ist Folge einer vorhergegangenen chemischen Action. Eine solche Auflösung heißt eine chemische.

**) Die schon gesättigte Flüssigkeit in einem Gefäße ist schwerer, als die noch nicht gesättigte, darum sinkt jene herab und drängt diese hinauf, und darum muß man das Gefäß schütteln, um das noch unaufgelöste Salz mit der noch ungesättigten Flüssigkeit in Berührung zu bringen.

***) Sollte die Flüssigkeit nicht vollkommen klar werden wollen, weil etwa der Salpeter nicht rein gewesen ist, so filtrirt man sie durch Lösch- oder Druckpapier, das man in einen Glastrichter einlegt. Ueberhaupt wendet man die Filtration an, wenn eine Lösung in Folge fremdartiger Beimischungen nicht klar erscheint.

und nicht weniger, sich auflöst. Um z. B. eine gewisse Menge Salz in Wasser aufzulösen, braucht man $3^1/_5$ mal so viel Wasser. Die Kräfte in der Natur zeigen unter gleichen Umständen auch stets gleiche Stärke.

Feste Körper können also auf doppeltem Wege in den flüssigen Zustand versetzt werden, entweder durch Schmelzung oder durch Auflösung. Jenen nennt man auch den **Prozeß auf trockenem**, diesen den **Prozeß auf nassem Wege**. Wie aber beim Schmelzen eine gewisse Menge von Wärme nothwendig ist und verschwindet, so ist es auch beim Auflösen eines Salzes. Die auflösende Flüssigkeit wird stets kühler. Man bemerkt das deutlich, wenn man z. B. Salmiak mit Wasser übergießt.

Die Verwandlung eines Körpers in den flüssigen oder luftförmigen Zustand und umgekehrt, rechnet man noch **nicht** zu den chemischen Vorgängen, sobald nicht dadurch eine Veränderung ihrer Materie erfolgt. Jedoch ist diese Verwandlung zur Beurtheilung des chemischen Verhaltens der Körper nicht zu entbehren.

Chemische Vorgänge.

Daß bei den chemischen Vorgängen eine Verwandlung der Körper stattfindet, läßt sich schon nach den einleitenden Bemerkungen recht wohl denken. Wenn aber die Verwandlung irgend eines Körpers in den flüssigen Zustand ꝛc. noch kein chemischer Vorgang ist, nun, welche Vorgänge sind es denn, die man so nennt?

Es ist eine bekannte Sache, daß sich Eisen, wenn es an feuchter Luft liegt, in Rost verwandelt. Desgleichen verwandelt sich Kupfer in Grünspan. Rost und Grünspan zeigen andere Eigenschaften, als Eisen und Kupfer, es sind mit einem Worte nicht mehr dieselben Körper, die sie vorher waren. Denn wer möchte behaupten, daß Grünspan und Kupfer noch ein und dasselbe wäre! — Eben so ist das in einem sogenannten Meiler zu Holzkohle gebrannte Holz nicht mehr Holz, sondern eben Kohle. Das frische Holz und die Kohle sind zwei verschiedene Körper. Wenn ein Stück Holz oder eine Kohle völlig verbrennt, so werden diese Körper sogar noch mehr — in Rauch und Asche — verwandelt, und somit sind Körper von ganz anderer Art daraus entstanden. — Die Blätter der Pflanzen fallen ab, verändern ihre Farbe und werden nach und nach zu einer dunkeln Masse, die wir Humuserde nennen. Pflanzenblätter und Humuserde wird aber Jedermann nicht für ein und denselben Körper ansehen wollen. — Unreife Trauben schmecken sauer, reife Trauben schmecken süß. Mit dem Safte der Trauben muß jedenfalls eine Veränderung vorgegangen sein. Wir haben nicht mehr saueren, wir haben süßen Saft. Den aus den Weintrauben gepreßten, süßen Saft nennt man bekanntlich Most. Läßt man den Most gähren, so verwandelt er sich in Wein, der nichts mehr von dem süßen Geschmacke, dagegen aber eine berauschende Kraft zeigt. Der Wein verwandelt sich wiederum unter gewissen Umständen in Essig, der keine Spur mehr von der berauschenden Kraft enthält und durch Geschmack und Geruch vom Weine sich wesentlich unterscheidet. Most, Wein und Essig müssen darum verschiedene Körper sein. — So sind auch die Speisen, die wir genießen

einer besondern Verwandlung unterworfen. Während der Verdauung im Magen und in dem Darmkanale bildet sich ein milchiger Saft aus ihnen, den die Saugwärzchen an den Gedärmen aufsaugen und in die Adern führen. Hier wird der milchige Saft zu Blut, aus dem dann wieder Fleisch und Knochen und andere Theile sich bilden. Im Körper des Thieres wachsen die Knochen und das Fleisch, selbst wenn es niemals Knochen und Fleisch, sondern fortwährend nur Pflanzennahrung bekommen hat. Der Ochse nährt sich nur von Pflanzenkost und gleichwohl setzt sich Fett und Inselt in seinem Körper an. Müssen daher nicht diese Stoffe aus den Pflanzenstoffen entstanden sein? Die Kuh verzehrt nur Gras und Heu und giebt uns dennoch die wohlschmeckende Milch, und wer sähe es der Milch noch an, daß sie vorher nichts weiter als Gras und Heu gewesen ist?

Das sind Vorgänge, die man chemische Vorgänge nennt. **Aus Körpern entstehen andere, neue Körper mit ganz anderen neuen Eigenschaften**. Wie das geschieht, wird die Folge lehren.

Unsere Erde ist eine mächtig große Werkstatt chemischer Prozesse. Stoffe, die wir Erde und Luft nennen, verwandeln sich in Pflanzenstoffe, Pflanzenstoffe in Thierstoffe. Pflanzen und Thiere sterben und verwesen und lösen sich in dieselben Stoffe wieder auf, aus denen sie entstanden waren, um von neuem in andere Pflanzen- und Thierkörper überzugehen. Das sind Dinge, die wohl Jeder schon längst gewußt hat.

I. Unorganische Chemie.

Einfache und zusammengesetzte Körper.

Wie geht es aber zu bei dieser Verwandlung der Körper oder Stoffe in andere Körper und Stoffe? Was hat es mit dieser Verwandlung für eine Bewandtniß? Hat der menschliche Geist durch Nachdenken, durch Beobachtungen und Versuche das Wesen solcher Vorgänge zu erforschen vermocht? Nun, bemüht mag er sich wohl haben, denn der Mensch ist einmal so, daß er das, was ihm wunderbar erscheint, auch gern sich erklären möchte. Und siehe da, es ist ihm schon Vieles gelungen.

Wenn wir das in Rost verwandelte Stück Eisen, oder das in Grünspan verwandelte Kupfer wiegen, so wiegt es mehr, als es vorher wog. Ganz natürlich muß irgend ein anderer Stoff, wenn wir ihn auch mit unseren Augen nicht bemerkt haben, mit dem Eisen und dem Kupfer in Verbindung getreten sein. Wie könnten sonst Rost und Grünspan mehr wiegen, als Eisen und Kupfer? Rost und Grünspan müssen demnach jener aus Eisen und dieser aus Kupfer und noch einem oder mehreren anderen Stoffen zusammengesetzt sein. Freilich sieht man es weder dem Roste, noch dem Grünspane an, daß sie aus verschiedenen Stoffen bestehen. So wiegt auch ein Stückchen Blei, das man in einem flachen Gefäße schmilzt und das sich beim Schmelzen mit einer Haut

überzieht und endlich ungeachtet der Hitze wieder fest wird, dann mehr, als es erst wog.

Verbrennen wir ein Stück Holz, so haben wir dann statt des Holzes nur Asche, Kohle (Ruß) und Rauch. Wie anders, als daß das Holz eine Verbindung von diesen drei Stoffen, also ein aus Asche, Ruß, und Rauch zusammengesetzter Körper sein muß! Und es fragt sich zugleich, ob man nicht diese Stoffe wieder ebenso in andere Stoffe zerlegen könnte, wie man das Holz zerlegt hat. Das Holz ist mithin ein aus anderen Stoffen zusammengesetzter Körper, obgleich der bloße Anblick des Holzes uns nichts davon sagt.

Gießt man auf Kreide Schwefelsäure, so steigt etwas wie Rauch auf; es trennt sich also Etwas von der Kreide, was aber nicht selbst Kreide ist. Die auf die Kreide gegossene Schwefelsäure verschwindet dagegen in der Kreide und ist für uns nicht mehr bemerkbar. Aus der Kreide ist also ein Stoff entschwunden und ein anderer hat sich mit ihr vereinigt. Wir haben auch in der That nicht mehr Kreide vor uns, sondern Gyps. Als jener Rauch aufgestiegen war, blieb blos noch Kalk zurück, und als sich mit diesem die Schwefelsäure verbunden hatte, war Gyps daraus entstanden.

Wem ist nicht der schöne, wie Messing aussehende Schwefelkies bekannt, den manche Leute wohl auch schon für Gold angesehen haben. Er scheint ein einfacher Körper zu sein. Aber der Chemiker wiegt vor unseren Augen ein Stück Schwefelkies, macht damit seine Experimente und statt des Schwefelkieses reicht er uns nun ein Stück Eisen und ein Stück Schwefel, die er aus dem Kiese gewonnen hat und die zusammen genau so viel wiegen, als dieser wog. Nichts ist davon weggenommen, Nichts ist hinzugethan worden. Muß nicht der Schwefelkies eine Zusammensetzung von Eisen und Schwefel gewesen sein? — Die Bereitung eines erfrischenden Getränkes durch das sogenannte Brausepulver liefert uns hier ebenfalls ein schönes Beispiel. Man thut in ein Glas Wasser doppelt-kohlensaures Natron und Weinsteinsäure. Sofort zerlegt sich das kohlensaure Natron in zwei verschiedene Körper, in Natron und in Kohlensäure. Das Natron verbindet sich mit der Weinsteinsäure zu weinsteinsaurem Natron, und die Kohlensäure, eine Luftart entweicht. Sie ist es eben, welche uns ersticken will, wenn wir schnell das Glas zum Munde bringen.

Wer eine galvanische Batterie*) besitzt, kann ein sehr interessantes Experiment machen. Man hält die beiden Drahtenden der Batterie, mit einem Platinblättchen versehen, ziemlich nahe an einander in das Wasser eines Gefäßes. Bald sieht man an den beiden Enden Luftblasen in die Höhe steigen, die man in umgekehrt darüber gestellten mit Wasser gefüllten Flaschen auffangen kann. Das Wasser in den darüber gestülpten Flaschen wird immer mehr und mehr herabgedrückt und sie füllen sich mit luftförmigen Stoffen, nämlich die eine Flasche mit Wasserstoff, die andere mit Sauerstoff. Was man vor 100 Jahren noch nicht gewußt hat, das wird uns bei diesem Experimente augenscheinlich vorgeführt. Das

*) S. Naturlehre. 8. Aufl. §. 43. S. 90 ꝛc. Galvanismus.

Wasser ist kein einfacher Körper, sondern nichts anderes, als eine Verbindung von jenen beiden luftförmigen Stoffen. Von dem Wasser ist weniger geworden, und genau so viel als das verbrauchte Wasser wog, wiegen die beiden daraus gewonnenen Luftarten. Läßt man durch eine mit Sauerstoff und Wasserstoff gefüllte Blase einen elektrischen Funken schlagen, so vereinigen sich beide wieder zu Wasser, wobei eine heftige Explosion stattfindet.

Die meisten Körper sind aus anderen Körpern oder Stoffen zusammengesetzt, und man nennt sie daher **zusammengesetzte Körper.** Körper dagegen, die man bis jetzt nicht, man mag es anfangen, wie man will, in andere Körper zerlegen kann, heißen **einfache Körper,** auch **Grundstoffe, Urstoffe** oder **Elemente.**

Körper, denen man es gleich ansieht, daß sie aus verschiedenen anderen Körpern zusammengesetzt sind, wie z. B. dem Granit, der aus Feldspath, Quarz und Glimmer besteht, sind hier nicht gemeint. Hier sind solche zusammengesetzte Körper gemeint, bei denen man selbst mit dem besten Vergrößerungsglase keine Verschiedenheit in der Masse wahrnehmen kann und die dennoch aus verschiedenen Stoffen gebildet sind. Jene werden mechanisch, diese chemisch zusammengesetzte Körper genannt. **Die chemisch zusammengesetzten Körper in ihre verschiedenartigen Bestandtheile zu zerlegen und umgekehrt, sie aus denselben wieder zusammenzusetzen, das ist eben die Aufgabe, mit der sich die Chemie beschäftigt.**

Die einfachen Stoffe (Elemente).

a., Die Zahl der einfachen Stoffe.

Da es auf der Erde eine so ungeheuere Menge der verschiedenartigsten Körper giebt, so könnte man leicht meinen, die Zahl der einfachen Stoffe, aus denen sie bestehen, müsse eine sehr große sein. Sie müsse darum sehr groß sein, um eine so unendlich mannichfaltige Verschiedenheit hervorzubringen. Man möchte im Voraus erschrecken, wie viel es da zu merken geben müsse. Nun, die Chemiker haben mit allem Fleiße daran gearbeitet, alle die einfachen Stoffe zu erforschen, die in ihren Zusammensetzungen die ganze Körperwelt bilden. Alle Mineralien, alle Theile der Pflanzen und der Thiere haben sie ihren Untersuchungen unterworfen, und siehe da, die Menge der einfachen Stoffe hat sich als eine verhältnißmäßig sehr geringe herausgestellt. Sie beträgt nicht viel mehr als 60.

Aus 60 und einigen Elementen ist die ganze Erde mit allem, was darinnen ist, aufgebaut. Vielleicht besteht die ganze Welt aus nicht viel mehr, als aus diesen 60 Elementen. Alles, was wir um uns herum sehen, besteht aus einem oder einigen dieser 60 Elemente. Wir mögen in die Hand nehmen, was wir wollen, das Schönste, wie das Häßlichste, das Werthvollste, wie das Geringste, wir haben nichts anderes, als einige dieser 60 Elemente in der Hand. Die Speisen, die wir genießen, mögen sie schmecken wie sie wollen, sie sind eine Zusammensetzung aus einigen dieser 60 Elemente. Die Kleider, mit denen wir

uns schmücken, oder vor Wind und Wetter schützen, sie sind ein Gemächte aus einigen dieser 60 Elemente. Selbst unser Körper und jedes Glied unsers Körpers ist aus einigen von ihnen gebildet. Das weiß nicht Jeder, und doch ist es gewiß nicht uninteressant, das zu wissen. Wie Mancher meint, er habe ein besseres Kleid, als der Andere, und doch besteht es vielleicht nur eben aus denselben Elementen, als das des Anderen. Wie Mancher beneidet einen Andern um die kostbaren Speisen, die auf dessen Tafel kommen, gleichwohl bietet ihm seine eigene Kost ganz dieselben Grundstoffe, die jene enthalten. So geht es uns sehr häufig in der Welt. Nur bei genauer Kenntniß der Dinge lernt man ihren wahren Werth erst beurtheilen.

Wie geht es aber denn zu, daß Körper aus ein und denselben Elementen zusammengesetzt sein können und doch so verschieden sind? Die Antwort ist leicht. Es liegt darin, daß bald von dem einen, bald von dem andern Grundstoffe mehr oder weniger in diesem oder jenem Körper enthalten ist. Ja es beruht sogar bei manchen die Verschiedenheit nur in der Art und Weise der Lagerung ihrer kleinsten Theilchen.

Wer mag aber im Stande sein, die verschiedenen Mengen sich zu merken, in denen die einfachen Stoffe sich mit einander verbinden? Der Schöpfer hat Alles nach bestimmten Gesetzen geordnet, und die Gesetzmäßigkeit, die auch hier herrscht, macht das Studium der Chemie, soweit dem Laien eine Kenntniß von dieser Wissenschaft nöthig ist, leichter als man denkt. Unsere weitere Darstellung wird das bald lehren. —

b., Die Arten der einfachen Stoffe oder Elemente.

Welches sind nun aber diese 60 und einige Elemente, aus denen, wunderbar genug, alle Körper um uns her, vom größten bis zum kleinsten, vom werthvollsten bis zum geringsten, gebildet sind? Eine Anzahl von ihnen ist allbekannt, wir finden sie in jeder Naturgeschichte aufgezeichnet. Es sind nämlich sämmtliche Metalle: Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Kupfer, Wismuth, Blei, Zinn, Zink, Chrom, Antimon, Arsenik, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium u. s. w.

Mit allen diesen Metallen mag man vornehmen, was man will, sie lassen sich nie in zwei oder mehrere Stoffe zerlegen. Z. B. Eisen bleibt unter allen Umständen Eisen. Man kann es der größten Hitze aussetzen, dann schmilzt es freilich, aber es bleibt auch im geschmolzenen Zustande immer Eisen. Man kann es mit einem andern Körper verbinden, dann bildet es allerdings mit diesem einen neuen Körper, in dem es nun mit enthalten ist, aber es ist dabei doch keineswegs selbst in andere Stoffe aufgelöst worden.

Kurz, **alle Metalle sind einfache Stoffe.** Fordert uns also Jemand auf, ihm einige Elemente zu nennen, nun so nennt man ihm einige Metalle. Die Metalle sind bekannt, jedes Kind hat deren gesehen und kennt sie. Es ist kaum nöthig, sie hier erst zu beschreiben. Um alle braucht man sich nicht einmal zu kümmern, denn es sind nicht gerade alle für den Laien von besonderer Wichtigkeit.

Die übrigen einfachen Stoffe oder Elemente, die also nicht zu den

Metallen gehören, nennt man **nichtmetallische oder Metalloide**. Auch unter diesen giebt es eine Anzahl, die nur selten und nur in einigen wenigen Körpern vorkommen. Die wichtigsten Metalloide sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Phosphor, Silicium.

Unter diesen finden sich allerdings mehrere, die noch nicht Jedem bekannt sein dürften. Mancher kennt wohl den Schwefel, aber z. B. Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff sind ihm Dinge, von denen er sich noch Nichts hat träumen lassen. Dennoch kann man ihm versichern, daß er jeden Tag diese Stoffe genießt, daß er sie auf seinem Leibe trägt, daß sein Körper selbst zum größten Theile aus ihnen bereitet ist. Wer möchte nicht Bekanntschaft mit diesen Stoffen machen, die für sein Leben so ganz unentbehrlich sind?

Der Uebersichtlichkeit wegen führen wir diese Grundstoffe aller Dinge noch einmal an und fügen ihnen die lateinischen Namen, sowie die Buchstaben bei, mit welchen sie die Chemiker zu bezeichnen pflegen. Diejenigen, welche nur selten in der Natur vorhanden sind und eine nützliche Anwendung im Leben noch nicht gefunden haben, sind wiederum außer Acht gelassen. Die Bedeutung der daneben gestellten Zahlen (die großen und kleinen Mischungsgewichte oder Aequivalentzahlen) wird später ihre Erklärung finden.

Metalloide.

Name.	Zeichen.	Mischungsgewicht.		
Sauerstoff, Oxygenium	O.	100	8	Organogene (Thier- und Pflanzenerzeuger).
Wasserstoff, Hydrogenium	H.	$12^{1}/_{2}$	1	
Stickstoff, Nitrogenium	N.	175	14	
Kohlenstoff, Carboneum	C.	75	6	
Schwefel, Sulphur	S.	200	16	Pyrogene (Feuererzeuger).
Selen, Selenum	Se.	$496^{1}/_{4}$	$39^{1}/_{2}$	
Phosphor, Phosphorus	P.	392	32	
Chlor, Chlorum	Ch.	$443^{3}/_{4}$	$35^{1}/_{2}$	Halogene (Salzerzeuger).
Brom, Bromum	Br.	$1001^{1}/_{4}$	80	
Jod, Jodium	J.	$1587^{1}/_{2}$	$127^{1}/_{10}$	
Fluor, Fluor	F.	235	$18^{9}/_{10}$	
Bor, Borum	B.	$136^{1}/_{4}$	$10^{9}/_{10}$	Hyalog. (Glaserzeuger).
Kiesel, Silicium	Si.	267	$21^{3}/_{10}$	

Metalle.

Name.	Zeichen.	Mischungsgewicht.		
Platin, Platinum	Pt.	$1233^{3}/_{4}$	$98^{7}/_{10}$	Schwermetalle.
Gold, Aurum	Au.	$2462^{1}/_{2}$	197	
Silber, Argentum	Ag.	1350	108	
Quecksilber, Hydrargyrum	Hg.	1250	100	
Eisen, Ferrum	Fe.	350	28	
Kupfer, Cuprum	Cu.	$396^{1}/_{4}$	$31^{7}/_{10}$	
Blei Plumbum	Pb.	$1296^{1}/_{4}$	$103^{7}/_{10}$	
Zinn, Stannum	Sn.	$736^{1}/_{4}$	59	
Zink, Zincum	Zn.	$406^{5}/_{8}$	$32^{6}/_{10}$	
Wismuth, Bismuthum	Bi.	$1332^{1}/_{2}$	212	
Mangan, Manganium	Mn.	345	$27^{6}/_{10}$	

Kobalt, Cobaltum	Co.	$368\frac{3}{4}$	$29\frac{5}{10}$	
Nickel, Niccolum	Ni.	370	$29\frac{6}{10}$	
Antimon, Stibium	Sb.	1613	129	
Arsenik, Arsenicum	As.	940	75	
Chrom, Chromium	Cr.	$328\frac{3}{4}$	$26\frac{7}{10}$	
Kalium, Kalium	K.	490	$39\frac{2}{10}$	
Natrium, Natrium	Na.	290	23	
Strontium, Strontium	Sr.	$546\frac{1}{4}$	$43\frac{8}{10}$	
Calcium, Calcium	Ca.	250	20	Leichtmetalle.
Baryum, Baryum	Ba.	$856\frac{1}{4}$	$68\frac{5}{10}$	
Magnesium, Magnesium	Mg.	158	$12\frac{2}{10}$	
Aluminium, Aluminium	Al.	$171\frac{1}{4}$	$13\frac{7}{10}$	

1., Der Sauerstoff (Oxygen).

Unter allen diesen einfachen Stoffen ist einer ganz augenfällig ausgezeichnet und gleichsam der wichtigste Stoff in der Natur. Diesen muß man vor allen anderen zunächst kennen lernen. Es ist **der Sauerstoff**.

Wo aber ist dieser Stoff zu finden? Rings um uns her sehen wir zwar Thiere, Pflanzen, Steine, Erden und andere Dinge aller Art, wo aber Sauerstoff? Aus dem Unterrichte in der Naturlehre*) weiß man schon, daß er ein luftförmiger Körper ist und einen Theil der atmosphärischen Luft ausmacht. Unsere gewöhnliche Luft ist nämlich ein Gemenge von ungefähr 1 Maß Sauerstoff und 4 Maß Stickstoff. Nähme man eine Menge gewöhnliche Luft und entfernte daraus den Stickstoff, so würde man Sauerstoff übrig behalten. Das ist nur nicht so leicht zu bewerkstelligen. Der Sauerstoff findet sich aber auch anderwärts und zwar in so reichem Maße, daß man nicht mit Unrecht meint, er mache $\frac{1}{3}$ der ganzen Erde aus. Aus manchen Körpern, in denen er mit enthalten ist, läßt er sich besonders leicht gewinnen. —

a., **Gewinnung des Sauerstoffs.** Erster Versuch. Man nehme etwa 100 Gran chlorsaures Kali**) und bringe es in ein Probirgläschen (ähnlich einem langen Arzneigläschen) oder in eine

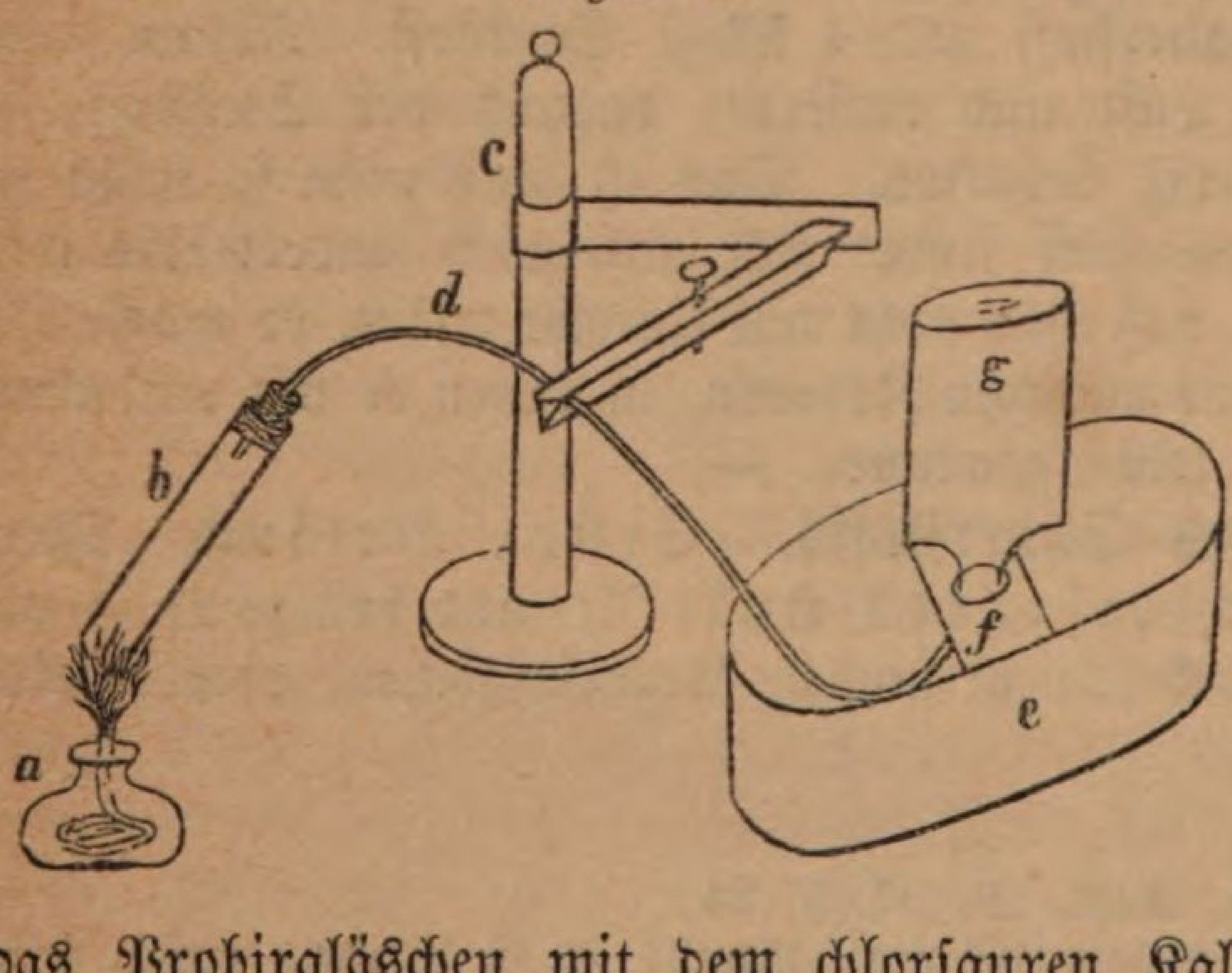
---

*) S Naturlehre. 8. Aufl. S. 37. §. 24.

**) Wenn man reines chlorsaures Kali nimmt, so ist insofern einige Vorsicht nöthig, als leicht mit einem Male große Mengen Sauerstoff sich entwickeln und den Kork vom Probirgläschen abtreiben können. Man kann das leicht verhindern, wenn man das chlorsaure Kali mit klarem und von organischen Theilen freiem Braunstein vermischt. Hierdurch wird das chlors. Kali gehindert, zu einer Masse zusammenzufließen, und man hat durch stellenweises Erhitzen des Probirgläschens von unten nach oben zu, die Menge des sich zu entwickelnden Sauerstoffs ganz in seiner Gewalt. — Noch ist ein Umstand zu erwähnen, dessen Nichtbeachtung, namentlich wenn man mit reinem chlors. Kali experimentirt, dazu beitragen kann, nicht unerhebliche Mengen von Sauerstoff zu verlieren. Erhitzt man nämlich chlors. Kali, so wird ein Theil des sich entwickelnden Sauerstoffs zur Bildung von überchlorsaurem Kali verwendet, und gerade zu der Zeit, wo die Menge des letzteren am größten geworden ist, hört die Sauerstoffentwickelung fast ganz auf. Durch fortgesetztes Erhitzen kann man aber noch eine große Menge Sauerstoff erhalten.

kleine Glasretorte. Ein solches Gläschen ist ungefähr 6—8 Zoll lang und kostet 1 Ngr. Die Retorte ist so groß, daß sie etwa eine Viertelkanne Wasser faßt und hat einen Preis von 2 Ngr. Das Gläschen verschließt man dann mit einem weich geklopften Korke, durch den man ein Loch gebohrt und eine Glasröhre fest anschließend gesteckt hat. Die Glasröhre muß ∽ förmig gebogen sein*) und wird mit dem andern Ende in eine mit Wasser gefüllte Schüssel oder ein Wännchen getaucht. In die Schüssel klemmt man einen Blechstreifen oder ein Stück Dachziegel von einigen Zoll Breite, durch dessen Mitte man ein Loch gebohrt hat, das nun gerade über das Ende der Glasröhre zu liegen kommt. Den Blechstreifen oder das Ziegelstück muß das Wasser in der Schüssel noch um einen Querfinger übersteigen. Hiernach nimmt man ein gewöhnliches Arzneiglas mit möglichst großer Oeffnung oder ein anderes geeignetes Glasfläschchen, füllt es ganz mit Wasser an und stellt es umgekehrt auf das Ziegelstück gerade über das gebohrte Loch. Während des Umkehrens schließt man die Oeffnung des Glases fest mit dem Finger, damit das Wasser nicht herausläuft. Hat man einmal die Oeffnung unter das Wasser in der Schüssel gebracht, dann kann man den Finger hinweg nehmen und es fließt kein Wasser aus dem Glase, weil der Druck der Luft auf die äußere Wasserfläche das Herabfließen des Wassers im Glase verhindert. Hat man das alles gethan und der Bequemlichkeit wegen noch die gebogene Glasröhre in einen Retortenhalter (kostet 10—20 Ngr.) gespannt oder an einem Bindfaden oder Drahte aufgehangen, so bringt man eine Spirituslampe unter das mit dem chlorsauren Kali gefüllte Probirgläschen. Damit dasselbe nicht springt, bewegt man die Lampe erst einige Zeit mit geringerer Flamme unter demselben hin und her. In beistehender Figur ist a. die Spirituslampe, b. das Probirgläschen mit dem chlorsauren Kali, c. der Retortenhalter, d. die gebogene Glasröhre, e. das Gefäß mit Wasser, f. der Blechstreifen oder das Ziegelstück und g. das darüber gestellte Glas.

Figur 1.



Sobald nun das chlorsaure Kali im Probirgläschen erhitzt wird und anfängt zu schmelzen und dann zu kochen, werden Luftblasen in dem über die Schüssel gestülpten Glase aufsteigen, und das Wasser in demselben wird immer weiter herabgedrängt werden. Diese im Glase aufsteigende

*) Um eine dünne Glasröhre zu biegen, nähert man sie unter stetem Umdrehen von oben her einer Spiritusflamme, taucht sie bis an die Spitze des dunklen Kerns derselben hinein und versucht leise, ob sie nachgiebt. Sobald man das merkt, hebt man sie etwas heraus und giebt ihr die gewünschte Gestalt.

Luft muß natürlich durch die Glasröhre aus dem Probirgläschen kommen. Ist das Wasser in dem aufgestülpten Glase beinahe alle herab gedrückt, so stöpselt man das Glas noch unter dem Wasser fest zu und nimmt es weg. Man setzt in gleicher Weise ein zweites Glas auf, dann ein drittes u. s. w., bis endlich das Wasser in demselben nicht mehr herabgedrückt wird und die Luft- oder Gasentwickelung also aufgehört hat. Sobald dieses Aufhören eintritt, muß man schnell die Röhre aus dem Wasser nehmen, damit nicht Wasser in die Röhre steigt und dieselbe durch plötzliches Erkälten zersprengt wird. —

So hat man sich nun eine Anzahl Fläschchen mit einer Luftart gefüllt, die man zwar in denselben mit den Augen nicht wahrnimmt, die aber doch darin vorhanden sein muß. Es ist Sauerstoff. In dem zuerst gefüllten Fläschchen wird man einen Theil gewöhnlicher Luft haben, weil im Probirgläschen ꝛc. sich welche vorgefunden hat, die zuerst durch die Glasröhre herübergegangen ist.

Was lernt man nun aus diesem Versuche?

Erstens ist zu bemerken, **daß in dem chlorsauren Kali muß Sauerstoff enthalten gewesen sein** und daß er also einen Bestandtheil desselben ausgemacht hat. In der That findet man auch in dem Probirgläschen nicht mehr chlorsaures Kali, sondern Chlorkalium. Das ist ein Körper, der von jenem wesentlich verschieden ist. Dieses zurückgebliebene Chlorkalium steht auch, wie genaue Abwägungen ergeben, dem in's Gläschen gebrachten chlorsauren Kali genau um so viel an Gewicht nach, als der ausgeschiedene Sauerstoff wiegt.

Zweitens ergiebt sich von selbst, **daß der Sauerstoff in seiner Verbindung mit dem Chlor und Kalium die Gestalt eines festen Körpers angenommen gehabt hat,** weil eben das chlorsaure Kali ein fester Körper ist. Bei seiner Trennung geht er aber sofort wieder in Luftform über und nimmt nun einen viel größeren Raum ein, als vorher. Während das chlorsaure Kali noch nicht ganz den Raum des Probirgläschens ausfüllte, füllt nun der darin enthalten gewesene Sauerstoff allein eine große Anzahl größerer Fläschchen, in denen man ihn aufgefangen hat. Man sieht also, daß der Sauerstoff, obgleich wir ihn für sich allein nicht zu einem festen Körper verdichten können, doch in Verbindung mit anderen Stoffen in einen festen Zustand übergehen kann.

Drittens geht aus unserm Versuche mit der Erhitzung des chlorsauren Kali hervor, **daß die Wärme ein Mittel ist, manche zusammengesetzten Stoffe in ihre Bestandtheile zu zerlegen** und also die chemische Verbindung dieser Bestandtheile aufzuheben.

Wie weiß man nun aber, daß in den angeblich mit Sauerstoff gefüllten Fläschchen und Gläschen auch wirklich Sauerstoff enthalten ist, da man doch in denselben nichts mehr und nichts weniger sieht, als in jedem andern leeren Fläschchen? Man nehme nur einen ausgelöschten, aber noch glimmenden Span und stecke ihn in eins der Fläschchen, so wird man an seinem plötzlichen Wiederanbrennen bemerken, daß etwas Anderes darin sein muß, als gewöhnliche Luft. — Sieht man vollends, daß ein spiralförmig gewundener dünner Eisendraht, an dessen Ende man vorher

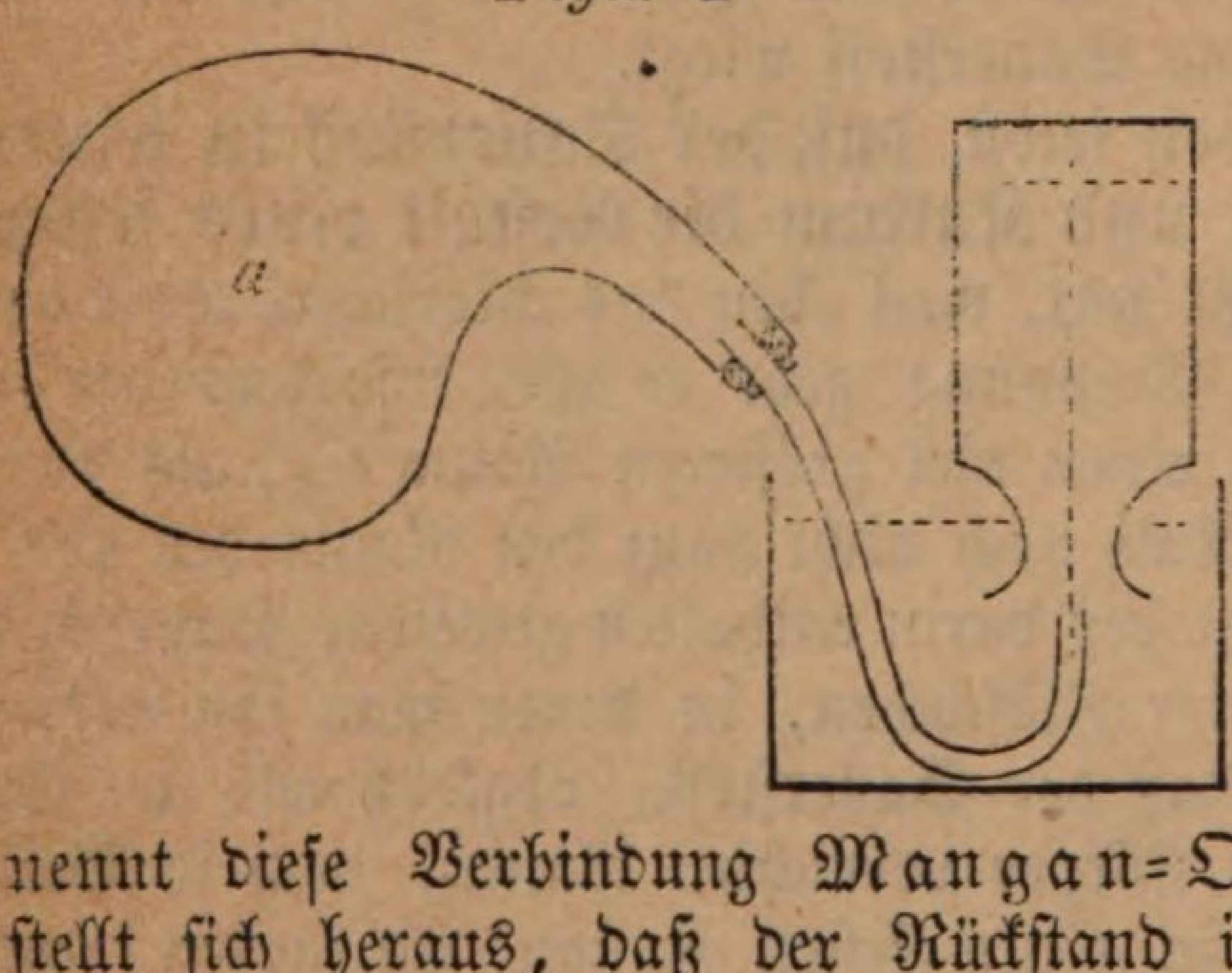
ein Stückchen glimmenden Schwamm befestigt hat, in's Fläschchen gehalten, wie Holz verbrennt, so wird man vollends an dem Vorhandensein eines besondern, wenn auch unsichtbaren Stoffes, nicht zweifeln.

Zweiter **Versuch**.*) Bringt man statt des chlorsauren Kali rothes Quecksilberoxyd in das Probirgläschen und verfährt damit auf gleiche Weise, wie bei dem ersten Versuche, so gewinnt man ebenfalls Sauerstoff, nur in geringerer Menge. Hat endlich bei diesem Versuche die Sauerstoff-Entwickelung aufgehört, dann befindet sich im Probirgläschen nicht mehr Quecksilberoxyd, sondern Quecksilber. So viel als dieses jetzt weniger wiegt, denn das Oxyd wog, so viel wiegt der aufgefangene Sauerstoff.

Hieraus ergiebt sich, daß das Quecksilberoxyd eine chemische Verbindung von Quecksilber und Sauerstoff ist. Durch diese chemische Verbindung hat sich also ein Körper gebildet, der weder flüssig und metallisch ist, wie das Quecksilber, noch luftförmig, wie der Sauerstoff, sondern ein fester Körper. Wer hätte es dem Quecksilberoxyd wohl angesehen, daß es aus einem tropfbar flüssigen und aus einem luftförmigen Körper bestünde? Aus diesen Versuchen wird es Einem wohl klar werden, was unter chemischen Verbindungen und unter chemisch zusammengesetzten Köipern gemeint ist.

Dritter **Versuch**. Um größere Mengen Sauerstoff zu gewinnen, bediente man sich früher des Braunsteins, den man zu diesem Zwecke in eine große eiserne Flasche (a) bringt und bis zum Glühen erhitzt.

Figur 2



Der Braunstein ist nämlich eine Verbindung von Mangan (einem Metalle) und Sauerstoff. Durch das Glühen wird hier zwar nicht der ganze, aber doch ein Theil des im Braunsteine enthaltenen Sauerstoffs frei. Was in der Flasche zurückbleibt, ist eine Verbindung von Mangan mit einer geringeren Menge Sauerstoff. Man nennt diese Verbindung Mangan-Oxydul-Oxyd. Auch hierbei stellt sich heraus, daß der Rückstand in der Flasche nun um so viel leichter ist, als der Sauerstoff wiegt, den man aus dem Braunsteine gewonnen hat.

Ein vierter, recht interessanter **Versuch**, aus frischen Pflanzenblättern Sauerstoff zu erhalten, steht in meiner Naturlehre §. 24. S. 28.

Diese ersten drei Versuche lassen uns keinen Zweifel mehr übrig, daß das chlorsaure Kali, das Quecksilberoxyd und der Braunstein Körper

---

*) Dieser Versuch ist nicht sehr anzurathen, weil er eine sehr große Hitze erfordert, so daß gewöhnlich das Probirgläschen schmilzt und ein Loch bekommt, namentlich auch, weil sich nur geringe Mengen Sauerstoff entwickeln.

sind, die zum Theil aus Sauerstoff bestehen und die sofort aufhören dasselbe noch zu sein, sobald der Sauerstoff aus ihnen entfernt wird. Man würde aber gewaltig irren, wenn man glauben wollte, daß nur in diesen drei Körpern Sauerstoff enthalten sei. Fast alle Erd- und Steinarten sind zum Theil aus Sauerstoff gebildet. Die Kieselerde oder Kieselsäure, wie sie in der Chemie genannt wird, aus welcher unsere gewöhnlichen Kieselsteine und viele andere Mineralien, z. B. Bergkrystall, Quarz, Feuerstein, Amethyst, Achat, Jaspis, Opal u. s. w. bestehen, ist nichts anderes, als eine Verbindung von dem Elemente Silicium und — Sauerstoff. Die Kalkerde, die wiederum ein Bestandtheil von Marmor, Kreide, Gyps 2c. ist, ist gebildet aus Calcium und Sauerstoff. Welche ungeheueren Massen von Sauerstoff müssen daher in unseren Kalkgebirgen enthalten sein? Die Thon- und Alaunerde enthält ebenfalls Sauerstoff, verbunden mit dem Elemente Aluminium. Eben so sind die Talkerde, die Baryterde, die Strontianerde und andere ein Gebilde aus Sauerstoff mit einem andern Elemente. Wenn man das bedenkt, so muß man den Chemikern schon recht geben, wenn sie behaupten, ein Drittel der ganzen Erdmasse sei Sauerstoff.

b., **Eigenschaft des Sauerstoffs.** Da die chemischen Untersuchungen ergeben haben, daß fast in allen zusammengesetzten Körpern Sauerstoff enthalten ist, so kann man schon daraus schließen, daß derselbe eine große Neigung haben muß, sich mit anderen Körpern zu verbinden. So ist es auch in der That. Es giebt gar keinen Körper, ausgenommen Fluor, mit dem nicht der Sauerstoff unter gewissen Umständen eine Verbindung einginge. Gerade diese Eigenschaft macht den Sauerstoff so bemerkenswerth.

Die vorhin genannten Elemente: Silicium, Calcium, Aluminium, so wie Magnesium, Baryum, Strontium 2c. finden sich nirgends frei in der Natur, sondern immer nur verbunden mit Sauerstoff zu Kieselerde, Kalkerde, Thonerde, Talkerde, Baryterde, Strontianerde 2c. Wo also im Uranfange diese Elemente sich unvermischt gefunden haben, da muß auch der Sauerstoff sofort mit ihnen in Verbindung getreten sein. Jetzt können wir alle diese Stoffe nur dadurch frei darstellen, daß wir den Sauerstoff aus den mit ihnen eingegangenen Verbindungen entfernen.

Allgemein bekannt ist, daß Eisen, wenn es in feuchter Luft sich befindet, anfängt zu rosten und nach und nach ganz in Rost sich verwandelt. Der Rost ist schwerer als das Eisen, aus dem er sich gebildet hat, und die chemische Untersuchung zeigt, daß er nichts anderes ist, als eine Verbindung des Sauerstoffs in der Luft mit dem Eisen, zu der sich noch etwas Wasser gesellt. Im luftfreien oder in einem Sauerstoff freien Raume (wie auch in Luft, welche frei ist von Wasser und Kohlensäure) kann daher das Eisen niemals rosten.

Eben so bekannt ist, daß Kupfer in feuchter Luft grün wird, d. h. in Grünspan übergeht. Der Vorgang ist derselbe. Der Sauerstoff der Luft verbindet sich mit dem Kupfer, wozu noch Wasser und etwas Kohlensäure kommen, und so entsteht aus dem Kupfer ein neuer Körper, den wir eben Grünspan nennen. Desgleichen entsteht Grünspan, wenn

man Kupfer mit Essig besprengt, nur daß in diesem Falle statt der Kohlensäure Essigsäure mit in die Verbindung tritt. Grünspan ist bekanntlich ein starkes Gift, und kupferne Gefäße erfordern daher alle Vorsicht.

Läßt man Zink, um noch eines andern Metalles zu gedenken, längere Zeit an der Luft liegen, so überzieht es sich mit einem grauen Häutchen. Dieser Ueberzug ist ebenfalls eine Verbindung mit Sauerstoff. Es ist Zinksuboxyd entstanden. Wie der Sauerstoff eine Neigung hat, sich mit Eisen und Kupfer zu verbinden, so hat er eine gleiche Neigung zum Zink, nur daß er nicht so leicht in das Innere eines Zinkstückchens eindringt. An vielen anderen Metallen bemerken wir ebenfalls, daß sie an der Luft ihren Glanz verlieren, weil ihre äußerste Oberfläche mit Sauerstoff in Verbindung tritt. So z. B. überzieht sich ziemlich schnell die frische Fläche einer Bleikugel, welche man mit dem Messer durchschnitten hat, mit einem grauen Häutchen.

Wenn Thier- oder Pflanzenstoffe in Fäulniß übergehen, so ist es immer auch der Sauerstoff, welcher die Zerstörung herbeiführt, indem er mit den Bestandtheilen der Thier- und Pflanzenstoffe sich verbindet. Darum schützt man gewisse Speisen dadurch vor dem Faulwerden und Sauerwerden, daß man den Sauerstoff von ihnen abhält und sie vor dem Eindringen der Luft, die ja Sauerstoff mit enthält, zu verwahren sucht. Daher kocht man die Speisen auf, um durch das Kochen die Luft aus ihren Poren zu entfernen. Daher überzieht man Pflaumenmus, gekochte Preißelbeeren ꝛc. mit einer Pechdecke, damit die Luft keinen Zugang hat. Aus gleichem Grunde legt man Eier in Asche oder Kalkwasser ꝛc. — Alle diese Vorgänge würden nicht stattfinden, wenn es keinen Sauerstoff gäbe. Tausende von Veränderungen, die immerwährend in der Natur vor sich gehen, sind auf diese Weise eine Wirkung des Sauerstoffs. Ohne den Sauerstoff würde die Natur viel weniger einer fortdauernden Umwandlung unterworfen sein. Kein anderer Stoff ist so reich an Wirkungen im Großen wie im Kleinen, als der Sauerstoff. Welchem gebildeten Menschen dürfte daher dieser Stoff gänzlich unbekannt bleiben?

Die gegebenen Beispiele werden wohl auch zur Genüge nachgewiesen haben, was es heißt, **der Sauerstoff hat große Neigung, mit andern Körpern sich zu verbinden.**

In der Regel verbindet sich der Sauerstoff leichter und schneller mit anderen Körpern in der Wärme, als bei kalter Temperatur, obgleich die Wärme auch in anderen Fällen geschickt ist, ihn aus seinen Verbindungen zu vertreiben. Jede Hausfrau weiß, daß in der Wärme die Speisen leichter sauer werden, als in der Kälte. Im Sommer geht das Fleisch viel leichter in Fäulniß über, als im Winter. Schmilzt man Blei in einem Blechlöffel, so überzieht sich das geschmolzene Blei mit einer grauen Haut und verwandelt sich endlich ganz in ein gelbes Pulver. Der Sauerstoff der Luft ist mit dem Blei in Verbindung getreten und dadurch ist ein neuer Körper entstanden, dem die metallischen Eigenschaften des Bleies fehlen. Es ist übrigens merkwürdig, daß man eben den Sauerstoff aus manchen Verbindungen, z. B. dem Quecksilberoxyd, durch Er-

hitzen austreiben kann, während er sich gerade mit anderen Körpern bei großer Hitze verbindet.

Stets wird auch durch den Vorgang selbst, indem der Sauerstoff mit einem andern Körper sich verbindet, **mehr oder weniger Wärme erzeugt.** So ist z. B. der Phosphor ein Körper, zu dem der Sauerstoff eine außerordentlich große Neigung hat. Man muß ihn daher im Wasser aufbewahren und zerschneiden, nicht mit den Fingern anfassen und überhaupt sehr vorsichtig mit ihm umgehen. Bei jedem Wärme- oder Kältegrade beginnt seine Vereinigung mit dem Sauerstoffe und dabei entsteht, wenn die Vereinigung dann kräftiger vor sich geht, eine so große Hitze, daß man sehr gefährlich sich verbrennen kann. Zugleich findet nicht blos Wärmeentwickelung, sondern auch Lichtentwickelung, überhaupt eine Feuererscheinung statt. Wir sagen daher, der Phosphor hat sich entzündet und der Phosphor verbrennt. Das Verbrennen des Phosphors ist eben nichts anderes, als ein Verbinden desselben mit Sauerstoff, bei welchem Vorgange sich Wärme und Licht entwickeln. Durch das Verbrennen ist nun ein zusammengesetzter Körper entstanden, den wir **Phosphorsäure** nennen und die sich in Rauchgestalt entfernt. Ueberhaupt bezeichnet man den Vorgang, wenn sich der Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwickelung mit einem andern Köiper verbindet, mit dem Ausdrucke „**verbrennen**". Der Chemiker nennt jede stattfindende Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff ein Verbrennen.

Bekannter noch, als der Phosphor, ist der Schwefel. In gewöhnlicher Temperatur entzündet sich derselbe nicht, d. h. der Sauerstoff tritt nicht mit ihm in Verbindung. Das geschieht aber sofort in höherer Temperatur. Bringt man ihn in die Hitze eines brennenden Spanes oder in die Hitze glimmenden Schwammes oder Zunders, so beginnt augenblicklich seine Vereinigung mit dem Sauerstoffe. Wie wir anders auch sagen: er fängt an zu brennen. Dieser Vorgang erzeugt nun aber selbst wieder eine bedeutende Hitze, von der man sich recht fühlbar überzeugen kann, wenn man den Finger der brennenden Stelle zu nahe bringt. Daß zugleich auch eine Lichterscheinung stattfindet, sieht man mit Augen. Die folgenden Stellen des Schwefelfadens braucht man nun nicht erst wieder durch einen brennenden Span u. dergl. zu erhitzen, weil jetzt die brennenden Stellen des Schwefels den nächstfolgenden Stellen ausreichend genug Wärme zum Entzünden mittheilen. Endlich ist der Schwefel verschwunden, oder wie wir sagen: verbrannt. Im Grunde genommen ist aber der Schwefel nicht verschwunden, sondern er hat sich nur mit dem Sauerstoffe zu einem andern Körper, nämlich zu **schwefliger Säure,** verbunden. Diese schweflige Säure ist eine stechend riechende und beim Einathmen stickende Luftart, welche beim Verbrennen natürlich entweicht und sich in der atmosphärischen Luft verliert.

Unsere gewöhnliche Luft besteht nur zum fünften Theile, dem Gewichte nach, aus Sauerstoff, das Uebrige ist Stickstoff. Im reinen Sauerstoffe geht daher das Verbrennen viel rascher und lebhafter vor sich, als in der atmosphärischen Luft. Einige Experimente mit Sauerstoff werden das veranschaulichen. Man nehme die Fläschchen zur

Hand, welche man bei den Versuchen, aus chlorsaurem Kali Sauerstoff zu entwickeln, mit Sauerstoff gefüllt hat.

Versuche. a) Man tauche in das eine Glas ein Stückchen Holzkohle, das man an einen Draht gesteckt und vorher an einem Lichte zum Glühen gebracht hat. Siehe da, es wird im Glase sehr lebhaft unter starkem Glühen brennen. Man hat dann im Glase weder Sauerstoff noch Kohle mehr, sondern eine Luftart, **Kohlensäure**, die nun eben eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist. Schiebt man jetzt ein hell brennendes Spänchen in das Glas, so wird es augenblicklich verlöschen, weil kein Sauerstoff mehr darin ist, sondern die andere Luftart. Daß nun Kohlensäure in dem Gläschen sich befindet, bemerkt man leicht, wenn man etwas Kalkwasser*) hineingießt und es umschüttelt. Die Flüssigkeit wird milchig und setzt ein weißes Pulver ab. Das geschieht nicht, wenn Sauerstoff oder gewöhnliche Luft im Gläschen ist.

b) Hängt man an einen Draht ein Stückchen Schwefelfaden, zündet es an und hält es dann ebenfalls in ein Gläschen mit Sauerstoff, so verbrennt der Schwefel mit schöner blauer Flamme. Der neue Körper, welcher dadurch entsteht, ist wie schon gesagt, schweflige Säure.

c) Legt man auf einen Draht, den man unten umgebogen und hier zu einem kleinen Schälchen gepocht hat, ein kleines Stückchen Phosphor, entzündet ihn und bringt ihn dann ebenfalls in ein mit Sauerstoff gefülltes Gläschen, so verbrennt er mit einem die Augen blendenden Lichtglanze, und das Glas füllt sich mit einem dichten weißen Rauche; es ist Phosphorsäure. Den Phosphor muß man aber vorher mit Löschpapier — jedoch nicht durch Reiben, sondern durch bloßes Aufdrücken — gut abtrocknen, weil er sonst sehr sprüht und das Glas zersprengt.

d) An ein Stück dünnen Eisendraht, den man spiralförmig gewunden hat, indem man ihn etwa um einen Bleistift gewickelt, steckt man ein Stückchen Feuerschwamm, den man entzündet. Taucht man dann den Draht mit dem glimmenden Schwamme in den Sauerstoff ein, so wird der Draht unter lebhaftem Funkensprühen verbrennen. Die Hitze des glimmenden Schwammes macht das Eisen fähig, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, und diese Vereinigung geht nun unter einer heftigen Licht- und Wärmeentwickelung vor sich. Es ist ein neuer Körper, oxydirtes Eisen oder sogenannter Hammerschlag entstanden, der geschmolzen in das am Boden des Glases befindliche Wasser herabfällt und noch in's Glas einschmilzt.

Diese Beispiele werden ausreichen, um deutlich zu machen, **daß der Sauerstoff sich gern mit anderen Körpern verbindet, mit manchen schon bei gewöhnlicher Temperatur, mit den meisten jedoch bei höheren Wärmegraden, und daß auf diese Weise ein neuer, zusammengesetzter Körper entsteht.**

---

*) Man übergießt in einem Glasfläschchen ein Wenig gelöschten Kalk mit Wasser, verstöpselt es und gießt die umgeschüttelte und nach einiger Zeit klar und durchsichtig gewordene Flüssigkeit zum großen Theil in ein anderes Glas ab. Dieses verschließt man sorgfältig und hat auf diese Weise Kalkmilch im Vorrath.

Noch ist zu merken, daß man von einem Körper, wenn er sich mit Sauerstoff verbindet, sagt: er **oxydirt**. Eisen, Kupfer, Blei, Schwefel ꝛc. oxydiren, d. h. sie verbinden sich mit Sauerstoff. Den neuentstandenen Körper nennt man dann ein **Oxyd**, z. B. Eisen-, Kupfer-, Bleioxyd u. s. w. Verbindet sich ein Körper mit weniger Sauerstoff, als er im Oxyd hat, so wird er Oxydul, wenn er dagegen mehr erhält, Superoxyd genannt. Der früher erwähnte Braunstein ist z. B. Mangansuberoxyd. Ist ihm aber durch die Hitze ein Theil ($^2/_3$) des Sauerstoffs entzogen worden, so bleibt Manganoxydul verbunden mit Manganoxyd übrig, welches chemisch Manganoxydul-Oxyd heißt. Der Sauerstoff kann sich also in verschiedenen Mengen mit einem Körper verbinden. Es giebt, wie man sagt, verschiedene Oxydationsstufen.

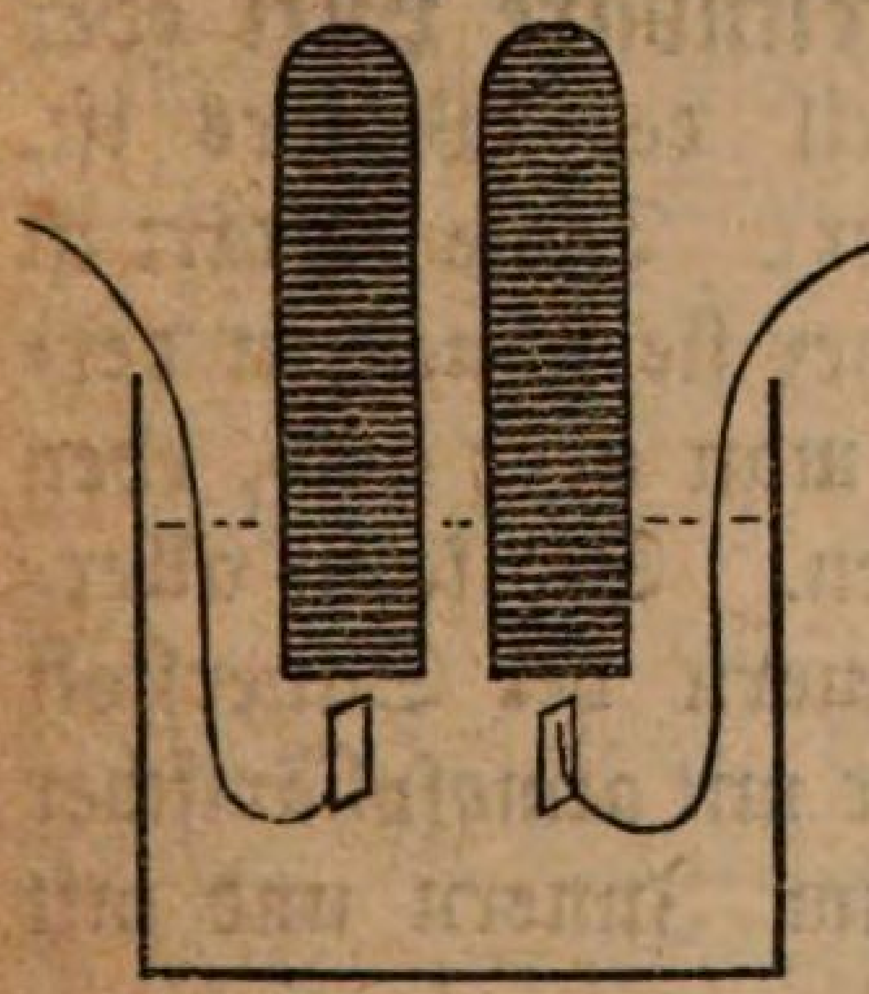
Das Abscheiden des Sauerstoffs von einem Körper heißt Desoxydation.

2., Der Wasserstoff (Hydrogen).

Nach dem Sauerstoffe ist der Wasserstoff*) ein überaus wichtiges und in der Natur weit verbreitetes Element. Er ist eben auch, wie der Sauerstoff, ein luftförmiger Körper und kommt in der Natur immer nur verbunden mit anderen Stoffen vor, theils zu flüssigen, theils zu festen Köipern. Dadurch, daß man dergleichen Körper chemisch zerlegt, wird der Wasserstoff für sich allein dargestellt. Dann hat man auch Gelegenheit, ihn nach seinen verschiedenen Eigenschaften zu betrachten. Welches sind nun solche Körper, bei denen der Wasserstoff ein Bestandtheil ist.

Gewinnung des Wasserstoffs. Erster **Versuch.** Man halte die beiden Drahtenden einer galvanischen Batterie, an denen man Platinblättchen befestigt hat, in ein Gefäß mit Wasser**) ziemlich einander nahe. Dann stelle man über jedes Ende ein mit Wasser gefülltes Gläschen in eben der Weise, wie beim Auffangen des Sauerstoffs. Das Wasser wird in den Gläschen, wenn man ihre Oeffnung während des Umdrehens und bis man sie unter's Wasser gebracht hat, verschlossen hält, stehen bleiben. Sobald man nun aber die galvanische Batterie schließt, d. h. sie in Wirksamkeit setzt und daher von dem einen Ende des Drahtes zum andern ein elektrischer Strom geht, sofort wird auch daselbst eine Gasentwickelung beginnen. In beiden Gläschen steigen Luftblasen auf, das Wasser wird immer weiter herabgedrängt und in kurzer Zeit sind die Gläschen scheinbar leer. Doch wird man bemerken, daß eines der beiden Gläschen, wenn sie nämlich gleich groß sind, nur zur Hälfte leer ist, wenn aus dem andern sich schon das ganze Wasser entfernt hat. Ist eines der Gläschen ziemlich

Fig. 3.



*) S. Naturlehre. 8. Aufl. S. 40. §. 27.
**) Um den Vorgang zu befördern, tröpfelt man etwas Schwefelsäure hinein.

geleert, so verstöpselt man es unter'm Wasser und setzt ein anderes auf u. s. f. Man merke hierbei darauf, welche Fläschchen über dem einen und welche über dem andern Drahtende mit Luft gefüllt worden sind.

Jedenfalls muß in den Gläschen irgend eine Luftart aufgefangen sein. Wollte man das Wasser, welches in dem Gefäße war und durch die Auffang-Gläschen später noch hineingebracht worden ist, genau wiegen, so würde man finden, daß man nach dem Versuche weniger Wasser hat. Es ist ein Theil des Wassers verschwunden. Und merkwürdig, gerade so viel als das verschwundene Wasser an Gewicht beträgt, gerade so viel wiegt die Luft, die bei dem Versuche entwickelt worden ist, wie schon weiter vorher bemerkt wurde. In den Gläschen müssen also die Bestandtheile des Wassers enthalten sein. Welches sind sie? Ist gewöhnliche Luft in den Gläschen, ist in beiden ein und dieselbe Luftart, oder wie ist's?

Nehmen wir zunächst das Gläschen, welches über dem vom Zinke der Batterie kommenden Drahte gestanden hat und in dem nur halb so viel Gas aufstieg, als in dem andern. Wir tauchen einen glimmenden Span hinein und siehe da, er brennt mit hell leuchtender Flamme. Wer merkte jetzt nicht, daß das aufgefangene Gas nichts weiter, als Sauerstoff ist? Der eine Bestandtheil des Wassers ist demnach Sauerstoff.

Nehmen wir hiernach das andere Gläschen zur Hand und tauchen einen glimmenden Span hinein, so verlöscht derselbe augenblicklich, statt wie vorhin sich zur hellen Flamme zu entzünden. Sauerstoff kann also nicht in dem Gläschen enthalten sein, ja nicht einmal gewöhnliche atmosphärische Luft, weil in dieser der Span noch fortglimmen würde. Halten wir dagegen an die Oeffnung des Gläschens ein brennendes Spänchen, so zeigt sich eine andere merkwürdige Erscheinung. Die im Gläschen enthaltene Luft fängt nämlich selbst an zu brennen. Man kann den Span hinweg nehmen und sie brennt mit bläulicher Flamme fort, bis sie alle verbrannt ist. Es ist demnach **brennbare Luft** oder man nennt sie auch, weil sie der Hauptbestandtheil des Wassers ist, Wasserstoffgas oder Hydrogen (Wassererzeuger). Diese Luftart ist über 14mal leichter, als die atmosphärische Luft, daher sie schnell in derselben in die Höhe steigt. Mit dieser Luftart muß man aber auch, eben weil sie brennbar ist, mit aller Vorsicht umgehen. Sie kann allerdings nur an der Oberfläche brennen, weil im Innern der Sauerstoff zum Brennen fehlt. Ist sie aber mit Sauerstoff oder mit atmosphärischer Luft gemischt, dann geht die Verbrennung auch im Innern und mit einem Male vor sich und es erfolgt eine Explosion*).

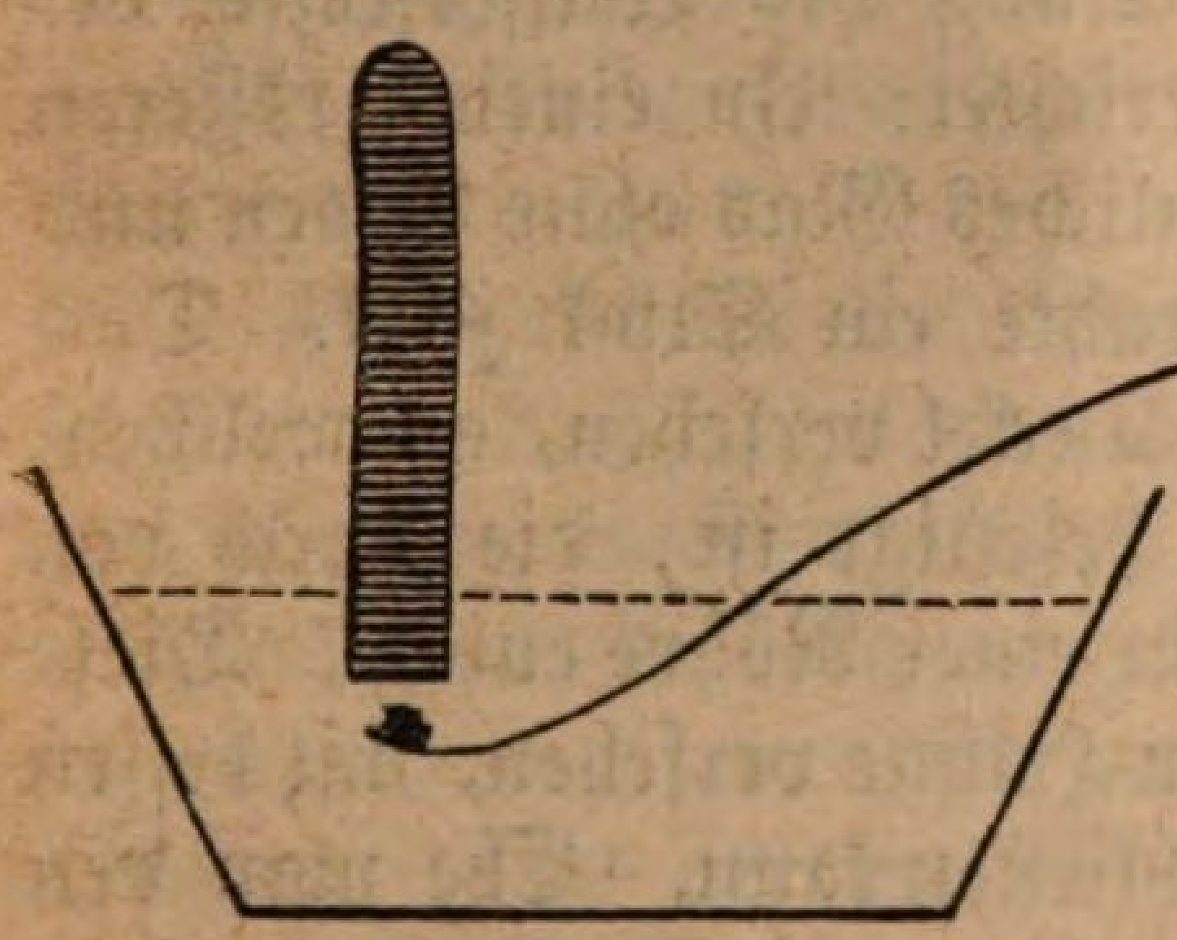
---

*) Daher muß man auch mit Vorsicht zu Werke gehen, wenn man den aus einem Gefäße ausströmenden Wasserstoff brennen läßt. Indem derselbe aus dem Glase herausströmt, dringt nämlich atmosphärische Luft hinein. Das Hineinströmen derselben kann man aber verhüten, wenn man in das Glas schnell Wasser hineingießt. Um das leichter bewerkstelligen zu können, steckt man durch den Verschluß des Gefäßes eine Röhre, durch welche das Gas ausströmt, und daneben einen Trichter, durch welchen man das Wasser hineinfüllt.

Aus diesem Versuche lernt man nun, daß das Wasser nicht ein einfacher Körper, sondern daß es aus zwei Luftarten zusammengesetzt ist. Indem wir ein Glas Wasser trinken, genießen wir Wasserstoff und Sauerstoff. In einem Maße Wasser sind mehre Tausend Maß Sauerstoff und Wasserstoff verdichtet. Wie groß muß die Menge dieser Gasarten im großen Weltmeere sein? Welches Feuer müßte entstehen, wenn man das Weltmeer zersetzte und den gewonnenen Wasserstoff entzündete? Bemerkenswerth ist noch, daß in dem Wasser immer 100 Theile Sauerstoff mit $12\frac{1}{2}$ Theilen Wasserstoff dem Gewichte nach verbunden sind. $112\frac{1}{2}$ Pfund Wasser besteht demnach aus 100 Pfund Sauerstoff und $12\frac{1}{2}$ Pfund Wasserstoff.

Zweiter **Versuch.** Man fülle eine Schüssel und ein Probirgläschen oder Arzneifläschchen mit Wasser, das man vorher $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht*) und dann hat wieder abkühlen lassen. Das Probirgläschen verschließt man mit dem Finger, dreht es um und öffnet es erst dann wieder, wenn man die Oeffnung unter das Wasser in der Schüssel gebracht hat. Hierauf nimmt man ein linsengroßes Stück Natrium (ein Metall) zwischen eine Scheere oder Pincette und bringt es schnell unter die Oeffnung des Gläschens. Es steigt im Gläschen in die Höhe, fährt in kochender Bewegung auf dem Wasser herum und in einigen Augenblicken ist das Wasser aus dem Gläschen herunter getrieben. Verschließt man jetzt das Gläschen wieder mit dem Finger, nimmt es aus der Schüssel heraus und hält ein Licht an die Oeffnung, so zeigt sich eine blaßblaue Flamme. Das aus dem Gläschen herausteigende Gas ist Wasserstoff.

Fig. 4.



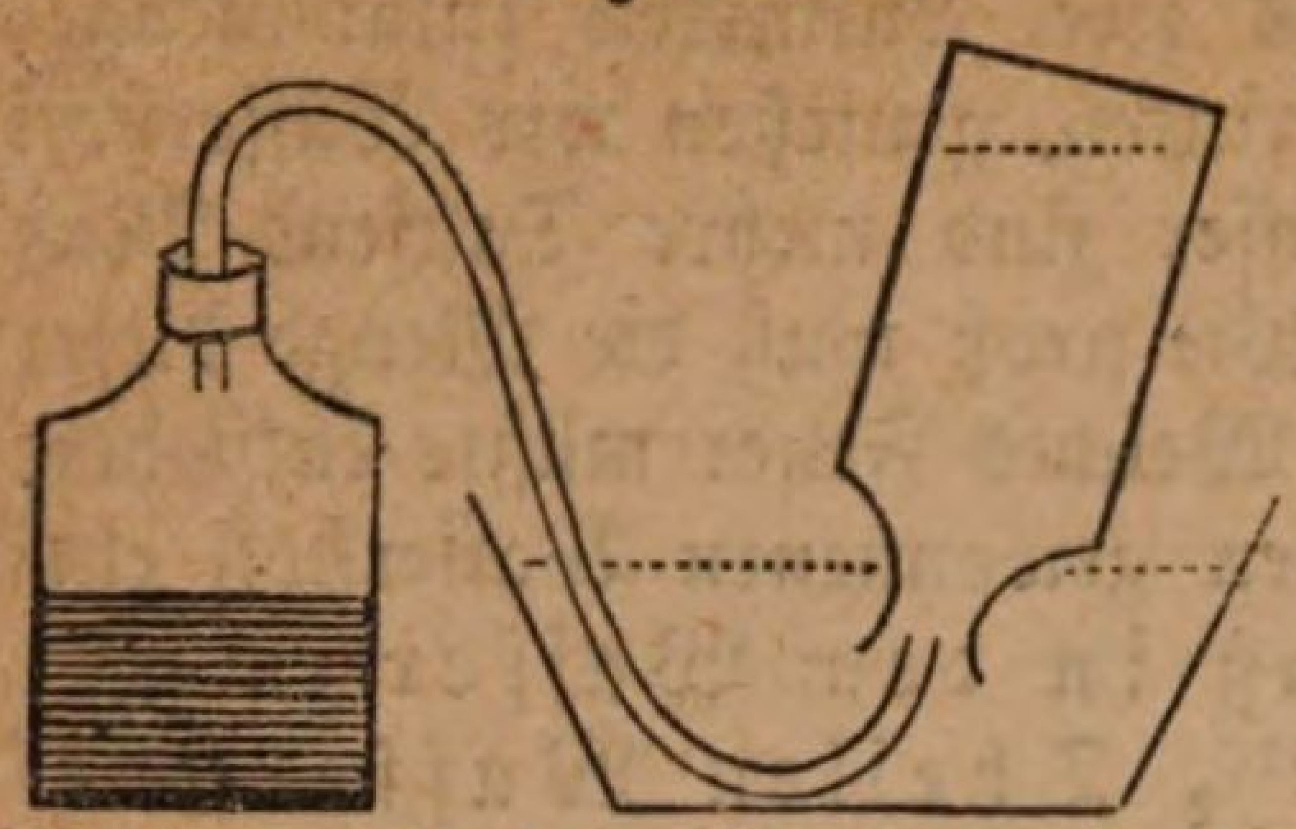
Der Vorgang ist folgender. Der Sauerstoff hat nämlich eine sehr große Neigung, sich mit dem Metall Natrium zu verbinden. Seine Verwandtschaft zum Natrium ist größer, als zum Wasserstoff. Daher trennt sich der Sauerstoff von dem andern Bestandtheile des Wassers, dem Wasserstoffe, und tritt mit dem Natrium in Verbindung, wodurch ein anderer Körper, Natriumoxyd, entsteht. Mit anderen Worten, das Natrium verbrennt und entzieht den zum Verbrennen nöthigen Sauerstoff dem Wasser. Die Wassertheilchen nun, welchen der Sauerstoff genommen ist, sind nicht mehr Wasser, sondern es bleibt nur Wasserstoff übrig, der eben im Probirgläschen sich ausbreitet und das Wasser heruntertreibt.

Dritter **Versuch.** Man bringe in ein Kochfläschchen oder ein gewöhnliches Fläschchen etwa $\frac{1}{2}$ Loth Eisenfeilspäne von gewöhnlichem Schmiedeeisen und gieße Wasser darauf. Dann setze man tropfenweise unter stetem Umschwenken des Fläschchens gegen 1 Loth englische Schwe=

---

*) Das Kochen ist nöthig, um die atmosphärische Luft aus dem Wasser herauszutreiben, weil sich diese sonst mit dem Natrium verbindet.

Fig. 5.

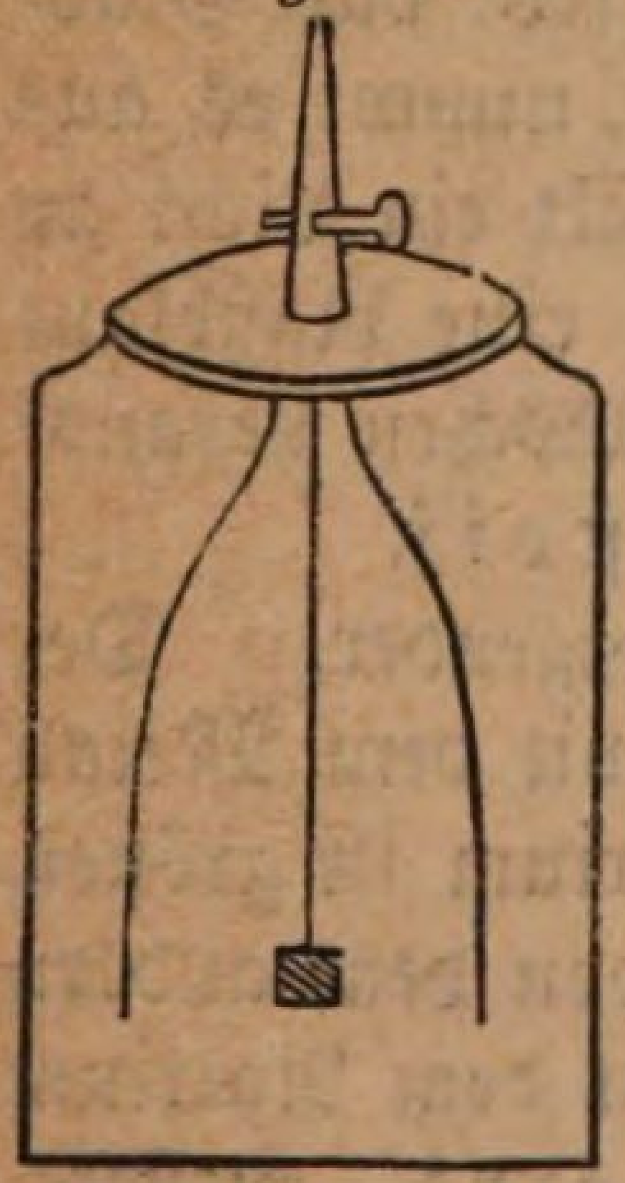


felsäure zu. Hierauf schließt man das Fläschchen mit einem durchbohrten Korke, durch den eine gebogene Glasröhre geht, die man mit dem andern Ende in ein Gefäß mit Wasser taucht. An den aufsteigenden Blasen sieht man, daß eine Gasentwickelung vor sich geht. Hat diese einige Minuten gedauert,*) dann fängt man das Gas in mit Wasser gefüllten Gläschen in der nun schon bekannten Weise auf. Man hat wiederum Wasserstoff.

Bei diesem Versuche ist es das Eisen, welches dem Wasser den Sauerstoff entreißt und dadurch den Wasserstoff frei werden läßt. Das entstandene oxydirte, d. h. mit Sauerstoff verbundene Eisen verbindet sich sofort mit der Schwefelsäure und es entsteht schwefelsaures Eisenoxydul. Die Schwefelsäure, um sich mit Eisenoxydul vereinigen zu können, reizt gleichsam erst das Eisen, sich mit dem Sauerstoffe des Wassers zu verbinden. Ohne dieses Reizmittel, d. h. ohne Zusatz von Schwefelsäure, ist das Eisen nicht kräftig genug, das Wasser zu zersetzen.

Vierter **Versuch.** Die zur Entwickelung des Wasserstoffs bestimmten Apparate sind gewöhnlich so eingerichtet: In einem größeren

Fig. 6.



Glase hängt ein flaschenähnliches Glas ohne Boden und in demselben an einem Drahte ein Stück Zink. Das größere Glas ist mit einem Deckel versehen, an welchem eben die bodenlose Flasche befestigt ist, die durch den Deckel hindurch führt und in einer Röhre endigt. Diese Röhre ist zugleich mit einem Hahne versehen, mit dessen Hilfe man sie öffnen und schließen kann. Ehe man den Deckel aufsetzt, füllt man das Glas mit Wasser und gießt demselben etwa den achten Theil dem Gewicht nach englische Schwefelsäure zu. Sofort wird an dem Zinke eine Gasentwickelung beginnen und das Wasser in der Flasche von dem aufsteigenden Gase herabgedrückt werden. Oeffnet man den Hahn, so entweicht das Gas und das Wasser steigt wieder. Bringt man ein Licht, nachdem man durch vorheriges mehrmaliges Oeffnen sich der Entfernung der atmosphärischen Luft versichert hat, an das ausströmende Gas, so brennt es mit blauer Flamme. Es ist wiederum Wasserstoffgas.

Den Vorgang hierbei wird man sich leicht denken. Hier ist es das Zink, welches sich mit dem Sauerstoffe des Wassers verbindet und auf diese Weise einen Theil des Wassers zersetzt und den Wasserstoff frei macht. Es bildet sich unlösliches Zinkoxyd, das aber augenblicklich

*) Es ist nämlich nothwendig, daß erst alle atmosphärische Luft aus der Röhre entweicht, ehe man das Wasserstoffgas auffängt. Man versäume ja nicht diese Vorsicht, weil sich sonst der Sauerstoff der atmosphärischen Luft mit dem Wasserstoffgase mischt und beim Entzünden eine Explosion erfolgt.

mit der Schwefelsäure in Verbindung tritt und auf diese Weise in ein lösliches Produkt, in schwefelsaures Zinkoxyd, sich verwandelt. Dadurch wird die metallische Oberfläche vom Oxyd wieder rein und mit dem Wasser in Berührung erhalten, weshalb die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Zink von neuem vor sich gehen kann.

Knallgas. Man nehme eine angefeuchtete Schweinsblase, stecke sie an die Röhre, durch welche aus dem Fläschchen mit chlorsaurem Kali Sauerstoff entweicht, und befestige sie an demselben durch Umwickelung mit einem Faden. Hat sich die Blase etwa zum dritten Theile mit Sauerstoff gefüllt, so nimmt man sie wieder ab, indem man zugleich die Oeffnung derselben durch Zusammendrücken zuhält. Dann bringt man sie über den Wasserstoff-Entwickelungs-Apparat, befestigt sie in gleicher Weise an der Ausströmungsröhre desselben und füllt sie vollends mit Wasserstoffgas. Hierauf hält man die Oeffnung wieder zu oder umwickelt sie fest mit einem Faden und nimmt die Blase ab. — In der Blase befindet sich nun ein Gemenge von, dem Maße nach, $^1/_3$ Sauerstoff und $^2/_3$ Wasserstoff. Dieses Gemenge ist bekannt unter dem Namen Knallgas. Wollte man die Blase öffnen und der Oeffnung mit einem Lichte oder nur mit einem glimmenden Spane zu nahe kommen, so würde augenblicklich ein donnerähnlicher Knall erfolgen, die Blase in tausend Stücke zerreißen und die Explosion uns der größten Gefahr aussetzen.

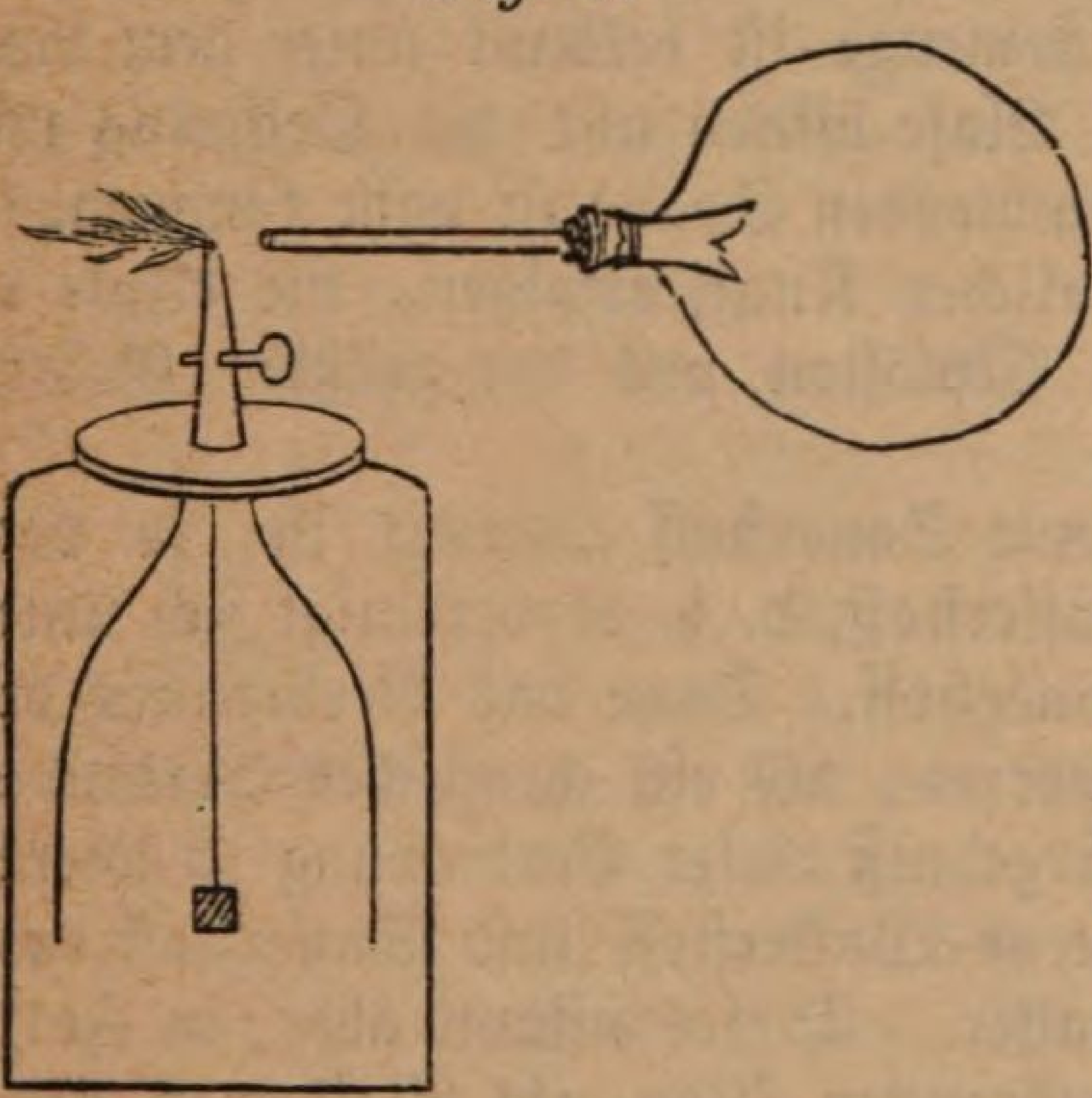
Weil nämlich der Wasserstoff mit Sauerstoff gemengt ist, so verbrennt im Augenblicke der ganze Wasserstoff, d. h. er vereinigt sich unter heftiger Wärmeentwickelung mit Sauerstoff. Denn das Verbrennen des Wasserstoffes ist eben auch nichts anderes, als ein chemisches Verbinden desselben mit Sauerstoff, und das Ergebniß dieser Verbindung ist wieder Wasser. Der in der Blase enthaltene Wasserstoff und Sauerstoff verbinden sich also und es entsteht Wasser. Dieses nimmt aber, in Folge der durch die Verbrennung hervorgebrachten Hitze, als Wassergas einen vielmal größeren Raum ein, als vorher die unverbundenen Gase, und zersprengt daher die Blase. Indem sich dann eben so schnell das Wassergas wieder abkühlt und zu einigen Tropfen Wasser verdichtet, entsteht ein leerer Raum, in welchen plötzlich die äußere Luft hineinstürzt. Auf diese Weise wird eben eine gewaltige Explosion hervorgebracht. Von diesem Versuche ist natürlicher Weise Jedem abzurathen. Ohne Gefahr kann man ihn jedoch vornehmen, wenn man die langen Leitungsdrähte einer elektrischen Batterie in die Blase leitet, sich weit von der Blase entfernt und nun einen elektrischen Funken durch das Knallgas gehen läßt, der es entzündet. Könnte man das ganze Wasser auf Erden zersetzen, so müßte das Gemenge von Sauerstoff und Wasserstoff bei der Entzündung eine Explosion geben, die Alles zertrümmerte und gegen welche die stärksten Erdbeben nur Kinderspiele wären. Durch die Wiedervereinigung des Wassers mit dem Sauerstoffe würde aber auch sofort alles Wasser wieder hergestellt sein und nicht ein Tröpfchen würde fehlen.

Im Kleinen kann man sich die Wirkungen des Knallgases darstellen, wenn man an die Oeffnung der mit Knallgas gefüllten Blase ein Röhr-

chen befestigt und dasselbe unter Seifenwasser hält. Durch das ausströmende Gas bilden sich kleine Seifenblasen, die nun eben mit Knallgas gefüllt sind. Kommt man ihnen mit einem brennenden Spänchen zu nahe, so giebt's einen heftigen Knall. Nur hüte man sich ja, das Licht an das ausströmende Gas zu bringen.

Die Hitze, welche sich bei der chemischen Vereinigung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe erzeugt, ist so groß, wie wir sie auf andere Weise gar nicht hervorzubringen vermögen. Um sie kennen zu lernen, fülle man eine Blase blos mit Sauerstoff und befestige an dieselbe ein spitz zugehendes Glasröhrchen.*) So lange das Gas nicht ausströmen soll, kann man die Spitze mit Wachs verkleben. Dann bringt man die Blase in die Nähe einer Wasserstoffflamme und läßt das Sauerstoffgas aus dem Glasröhrchen, indem man die Blase mit der Hand drückt, in sie hineinströmen. Eine Explosion kann hierbei nicht erfolgen. In die Blase kann das Gas nicht hineinbrennen, weil sie blos Sauerstoff enthält und der Sauerstoff selbst nicht brennt. In dem Wasserstoffapparate kann es auch nicht brennen, weil hier wieder der dazu nothwendige Sauerstoff fehlt. Es brennt also nur da, wo beide Gase zusammen strömen. Die Hitze dieser Flamme ist so groß, daß sogar Platin wie Wachs darin schmilzt und Kreide darin so glühend wird, daß sie ein dem Sonnenlichte ähnliches Licht giebt. In den sogenannten Gasmikroskopen wendet man dieses Knallgasgebläse an, um das stärkste Licht zu erzeugen. Ein Franzose hat sogar einmal den Vorschlag gemacht, mit diesem Lichte von einem hohen Thurme aus eine ganze Stadt zu beleuchten und die Nacht in Tag zu verwandeln.

Fig. 7.



Um sich zu überzeugen, daß durch die chemische Vereinigung des Wasserstoffes mit Sauerstoff wirklich Wasser gebildet wird, darf man nur über eine Wasserstoffflamme ein leeres Glas halten. Das Glas wird bald mit kleinen Wassertropfen im Innern beschlagen. Indem nämlich der Wasserstoff verbrennt, vereinigt er sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu Wasser. Das neugebildete Wasser wird aber augenblicklich durch die große Hitze in Dampf verwandelt und steigt als Wasserdampf in das darüber gehaltene Glas. An den kalten Wänden desselben schlägt

---

*) Am besten macht man es so: Man steckt in die Oeffnung der Blase einen Glashals, den man von einem Fläschchen abgeschlagen hat und an den man nun mit einem Faden die Blase fest wickelt. Diesen Glashals verstöpselt man mit einem Korke, durch welchen die Glasröhre geht. Vorher bei der Füllung nimmt man einen andern Kork, durch welchen die Glasröhre gesteckt ist, aus welcher der Sauerstoff dem Kalkfläschchen (siehe S. 13, erster Versuch) entströmt.

es sich dann als Wasser wieder nieder. Der Mensch kann also in der That Wasser machen. Freilich braucht man aber eine große Menge dieser Gase, um nur eine geringe Menge Wasser zu erhalten. Ein Maß Wasser erfordert an 1000 Maß Sauerstoff und 2000 Maß Wasserstoff. Wie schon bemerkt, ist es aber immer so, daß sich 1 Maß Sauerstoff mit 2 Maß Wasserstoff oder, dem Gewichte nach, genau 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit $12\frac{1}{2}$ Gewichtstheilen Wasserstoff verbinden. Nimmt man von dem einen Gase mehr, so bleibt dieser Ueberschuß unverbunden.

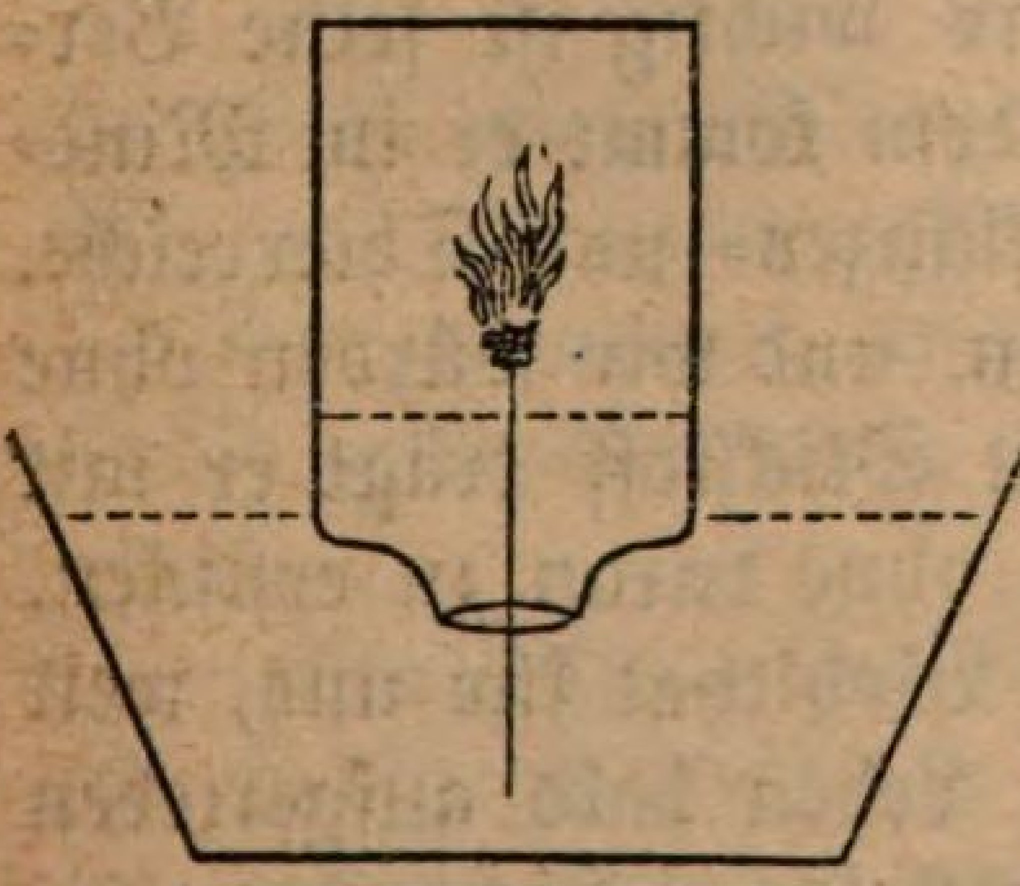
Der Wasserstoff findet sich also in seinen größten Mengen im Wasser. Im Mineralreiche ist er weniger verbreitet, als der Sauerstoff. Bei den Thier- und Pflanzenkörpern macht er dagegen eben so wie der Sauerstoff einen Hauptbestandtheil aus. Jeder Pflanzentheil und eben so alle weichen und flüssigen Theile unseres eigenen Körpers sind aus Wasserstoff mit gebildet.

3., Der Stickstoff (Nitrogen).

Der Stickstoff*) ist eben so wie Sauerstoff und Wasserstoff ein luftförmiger Körper und macht einen großen Theil unserer atmosphärischen Luft aus. Die uns umgebende Luft besteht nämlich, wie schon gesagt, aus Sauerstoff und Stickstoff, welche beiden Stoffe hier aber nicht chemisch mit einander verbunden, sondern blos gemengt sind. In 5 Theilen Luft sind immer 4 Theile Stickstoff und 1 Theil Sauerstoff enthalten. Demnach kann man den Stickstoff leicht aus atmosphärischer Luft gewinnen, wenn man den Sauerstoff daraus entfernt. Was übrig bleibt, ist dann Stickstoff.

Erster **Versuch.** Man gieße auf ein Stückchen Schwamm, das man an einen Draht befestigt hat, einige Tropfen Spiritus und halte den Draht so in ein Gefäß mit Wasser, daß der Schwamm einige Zoll über das Wasser heraus ragt. Dann zünde man den Spiritus an und stülpe ein leeres Glas darüber, so daß es mit der Oeffnung noch unter das Wasser kommt. Während der Spiritus brennt, wird das Wasser etwa zum 5. Theil im Glase in die Höhe steigen. Ist das geschehen, so verlischt der Spiritus, weil er keinen Sauerstoff mehr bekommen kann. Das Glas wird nun verschlossen, tüchtig geschüttelt und unter dem Wasser wieder geöffnet, wobei noch etwas Wasser in's Glas tritt, und dann wieder geschlossen. Noch besser ist's, wenn man statt des Spiritus Phosphor zum Verbrennen nimmt.

Fig. 8.



In dem Glase muß sich eine Luftart befinden, weil sonst das Wasser

*) S. Naturlehre 8. Aufl. §. 25. S. 39.

ganz in dasselbe gestiegen sein würde. Sauerstoff ist's nicht, denn ein glimmender Span verlischt augenblicklich in ihr. Wasserstoff ist's auch nicht, weil sie am Lichte sich nicht entzündet. Es ist eine dritte Luftart, die wir Stickstoff nennen. Sie befördert weder das Verbrennen, noch ist sie selbst brennbar. Eben so hat sie auch weder Farbe, noch Geschmack, noch Geruch und ist um ein Weniges leichter, als Sauerstoff. Wenn man statt des Glases einen an seiner engen Oeffnung verstöpselten Trichter über die Spiritusflamme stülpt, so hat man den Vortheil, daß man dann, wenn man den Kork lüftet und einen brennenden Span oder einen brennenden Wachsstock an die Oeffnung hält, den Stickstoff herauspressen kann, indem man den Trichter tiefer in's Wasser drückt.

Der Vorgang bei obigem Versuche ist sehr einfach. Im Glase das wir über die Spiritusflamme stürzten, befand sich atmosphärische Luft. Der Sauerstoff derselben vereinigte sich unter'm Verbrennen mit den brennbaren Bestandtheilen des Spiritus und so blieb der Stickstoff allein im Glase zurück.*)

Zweiter **Versuch**. In eine leere (blos atmosphärische Luft enthaltende) Flasche thut man eine Handvoll mit Wasser befeuchtete Bleikörner (Schrot), stöpselt sie fest zu und läßt sie eine Zeit lang stehen. Der Sauerstoff der in ihr befindlichen Luft verbindet sich dann mit dem Blei zu Bleioxyd und man erhält ebenfalls reinen Stickstoff. Freilich muß man lange darauf warten.

Der Stickstoff ist ein Gas, mit dem sich wenig anfangen läßt, da er fast gar keine Wirkungen zeigt und nur sehr geringe Neigung besitzt, mit anderen Körpern sich zu verbinden. Er ist das gerade Gegentheil vom Sauerstoffe. Während dieser mit allen Elementen freundlich thut und mit allen in ein Bündniß treten möchte, liebt der Stickstoff die Freiheit und Einsamkeit. Er ist dem Einsiedler zu vergleichen, den die Geselligkeit vergebens an sich lockt. Wenn er sich mit andern Stoffen verbindet, so sind doch diese Verbindungen meist ohne große Haltbarkeit. Er bildet einen Bestandtheil des Salpeters oder des Nitrum, daher auch sein Name Nitrogen, d. h. Salpetererzeuger. Besonders wichtig ist seine Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak. Außerdem kommt er im Mineralreiche weniger vor, desto mehr aber im Pflanzen- und Thierreiche. Die meisten unserer Nahrungsmittel enthalten ihn, und wir würden ohne denselben gar nicht leben können. Den Namen Stickstoff trägt er mit Unrecht, da wir ihn fortwährend mit einathmen, ohne daran zu ersticken. Er ist vielmehr in dieser Beziehung eine große Wohlthat für uns, weil beim Einathmen von reinem Sauerstoffe unser Leben bald aufgerieben sein würde, eben so wie ein Licht im reinen Sauerstoffe viel schneller verbrennt, als in der atmosphärischen Luft. Allerdings muß man ersticken, wenn man nur Stickstoff einathmet, aber nicht am Stickstoffe, sondern

*) Da der Spiritus Wasserstoff und Kohlenstoff enthält, so ist das Verbrennungsprodukt desselben Wasser und Kohlensäure, die beim Umschütteln des Glases in die Poren des Wassers dringt.

am Mangel an Sauerstoff. Machen wir also jenem ruhigen und stillen Bürger der Natur keine ungerechten Vorwürfe! Ein Glück, daß er kein solcher unruhiger Kopf ist, wie der Sauerstoff.

4., Der Kohlenstoff (Carbo).

Nach den drei luftförmigen Elementen tritt uns ein fester Grundstoff entgegen, der unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht. Der Kohlenstoff oder schlechthin die Kohle ist Jedermann schon bekannt, wenn auch nicht gerade im vollkommen reinen Zustande. Er ist geruch- und geschmacklos und selbst in der größten Hitze, die wir bis jetzt kennen, unschmelzbar. Daher können wir ihn weder in tropfbar flüssigen, noch in dampfförmigen Zustand versetzen. Er ist in keiner Säure, noch viel weniger im Wasser löslich; nur im schmelzenden Eisen läßt er sich auflösen und bildet damit Gußeisen.

Am reinsten und am stärksten verdichtet finden wir den Kohlenstoff im Diamant. Der Diamant ist nichts anderes als krystallisirter Kohlenstoff. Ein Beweis, daß doch derselbe einst im flüssigen Zustande gewesen sein muß. Könnten wir eine Hitze erzeugen, in welcher der Kohlenstoff flüssig würde, dann würden wir jedenfalls auch Diamanten fabriciren können. Dann würden sie aber auch nicht allein mehr in Fürstenkronen glänzen, sondern auch wir wären im Stande, mit Diamanten uns zu schmücken.

Daß der Diamant wirklich nur Kohlenstoff ist, ergiebt sich, wenn man ihn verbrennt. Beim Verbrennen verbindet er sich nämlich mit Sauerstoff zu Kohlensäure. Dieselbe Kohlensäure entsteht gerade auch, wenn man gewöhnliche Kohle verbrennt.

Der Graphit oder das Reißblei, aus dem wir unsere Bleistifte bereiten, ist ebenfalls Kohlenstoff, nur in der Regel mit etwas Eisen vermischt. Merkwürdig ist, daß der Graphit nur äußerst schwer im Feuer sich verbrennen läßt.

Weit verbreitet ist der Kohlenstoff in der Natur als ein Hauptbestandtheil aller Pflanzen- und Thierkörper. Man nennt ihn in den Pflanzen Pflanzenkohle (Steinkohle, Braunkohle), aus thierischen Theilen gewonnen, thierische Kohle. Daß z. B. aus Holz oder Knochen Kohle gewonnen wird, ist allbekannt.*)

Versuche. Schiebt man einen brennenden Span nach und nach in ein Probirgläschen, so brennt er nur außerhalb desselben mit Flamme, im Innern dagegen verkohlt er. Löscht man einen brennenden Span schnell aus, so erhält man ebenfalls Kohle. Steckt man ein Stückchen Holz in einen hohlen Schlüssel und legt ihn in's Feuer, oder glüht ihn über der Spiritusflamme, so entweichen verschiedene Gase und aus dem

---

*) Die Eigenthümlichkeit mancher Körper, bei gleichem Stoffe doch verschiedene physikalische Eigenschaften zu zeigen, heißt Allotropie; der Kohlenstoff kommt in drei allotropen Zuständen vor.

Schlüssel fällt dann ein klingendes Kohlenstäbchen. — Das Holz besteht nämlich hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. In der Hitze wird die Verbindung dieser Stoffe gelöst, sie werden frei. Der Wasserstoff verbindet sich aber sofort wieder mit dem Sauerstoffe zu Wasser. Der Kohlenstoff ist zwar auch geneigt, mit dem Sauerstoffe sich zu verbinden, allein der Wasserstoff geht rascher dabei zu Werke und reißt zuerst den Sauerstoff an sich. Löscht man daher einen brennenden Span schnell aus, so ist meist nur der Wasserstoff verbrannt und der Kohlenstoff zum großen Theile noch unverbrannt. Eben so kann der Kohlenstoff nicht verbrennen, wenn man den Span in's Probirgläschen schiebt, weil ihm hier der zum Verbrennen nöthige Sauerstoff fehlt, denn der im Gläschen enthaltene ist bald aufgezehrt.

Auf diesen Umstand, daß das Holz bei Mangel an Sauerstoff blos verkohlt, gründet sich die Gewinnung der Holzkohle im Großen, in den sogenannten Meilern. Das aufgeschichtete Holz wird mit Erde und Rasen bedeckt und im Innern durch eine Oeffnung, die man gelassen hat, angezündet. Dann werden hier und da kleine Oeffnungen in die Decke gemacht, damit nur so viel Luft zutritt, als nöthig ist, um den Wasser- und Sauerstoff aus dem Holze zu vertreiben. Die Kohle bleibt zurück, wie auch im gewöhnlichen Ofen das Holz nur verkohlt, wenn wenig Luftzutritt stattfindet. 100 Pfund lufttrockenes Holz enthalten etwa 40 Pfund Wasser- und Sauerstoff und 40 Pfund Kohle. Die noch übrigen 20 Pfund sind Wasser, welches in den Poren des Holzes enthalten gewesen ist. Indessen geht immer in den Meilern auch ein großer Theil des Kohlenstoffes durch Verbrennung verloren und man kann in der Regel nur auf 20 bis 25 Procent Kohle rechnen.

Ein Holzspan verwandelt sich auch in Kohle, wenn man ihn in Schwefelsäure taucht. Der Sauerstoff und Wasserstoff des Holzes verbinden sich nämlich dann zu Wasser und vereinigen sich als Wasser mit der Schwefelsäure. Demnach bleibt vom Holze nur der Kohlenstoff übrig.

In ungeheuren Mengen ist der Kohlenstoff in den Stein- und Braunkohlenlagern aufgehäuft. Die Steinkohlen und Braunkohlen sind aus urweltlichen Pflanzen entstanden, indem vor vielen Jahrtausenden ganze Wälder durch große Erdrevolutionen verschüttet worden sind und das Holz in diesem bedeckten Zustande langsam verkohlt ist.

Eigenschaften der Kohle. Die Holzkohle wird uns durch ihre große Porosität und dadurch sehr nutzbar, daß sie andere Stoffe in ihre Zwischenräume mit Begier aufsaugt. Man thue frisch geglühte und klein gestoßene Holzkohle in fauliges Wasser und schüttele es derb durcheinander, so wird die Holzkohle die übelriechenden Stoffe aus dem Wasser aufsaugen und es reinigen. Daher filtrirt man auf Seeschiffen das Wasser, wenn es faulig geworden ist, durch Kohlenpulver. Auf gleiche Weise macht man in Paris, das kein frisches Wasser besitzt, das Seinewasser trinkbar. Daher wendet man auch in Krankenstuben zerkleinerte Kohle an, um die Zimmer von schädlichen Ausdünstungen zu reinigen. — Filtrirt man rothen Wein oder gefärbtes Wasser durch frisch geglühte

Holzkohle, so werden diese Flüssigkeiten ziemlich farblos, weil die Kohle die Farbestoffe in sich aufnimmt. Dem Branntweine entzieht die Kohle das Fuselöl und dem Biere die Hopfenbestandtheile. — Pflanzen- und Thierstoffe werden lange Zeit vor Fäulniß bewahrt, wenn man sie in Kohlenpulver packt oder mit demselben einreibt. Daher verkohlt man Holzpfähle, um sie länger vor Fäulniß in feuchter Erde zu schützen. Daher bleibt das Wasser in Fässern, die man im Innern etwas verkohlt hat, lange trinkbar. Auch die Luft wird von der Kohle gereinigt, indem sie ihr die fremden Gase entzieht.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

a) **Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff.** Erste Verbindung. In gewöhnlicher Temperatur verbindet sich der Kohlenstoff weder mit dem Sauerstoffe, noch sonst mit einem Elemente, denn das bloße Aufsaugen von anderen Stoffen in seine Poren ist noch keine chemische Verbindung. Anders ist es, wenn man die Kohle bis zum Glühen erhitzt. Dann verbindet sie sich chemisch mit Sauerstoff und entwickelt dabei Licht und Wärme. Mit einem Worte, sie verbrennt. Das geschieht schon in gewöhnlicher Luft, rascher aber und energischer in reinem Sauerstoffe. Welche Körper oder was für ein Körper ist aber durch die chemische Vereinigung von Kohlenstoff und Sauerstoff entstanden?

Erster **Versuch.** Man mache ein Stückchen an einen Draht gesteckte Holzkohle glühend und halte sie dann in ein Fläschchen mit Sauerstoff. Die Kohle verbrennt und nach dem Verbrennen sind sowohl Kohle als Sauerstoff verschwunden. Daß keine Kohle mehr darin ist, sieht man, und daß der Sauerstoff nicht mehr vorhanden ist, merkt man, wenn man jetzt einen glimmenden Span in's Fläschchen schiebt. Statt wieder aufzuflammen, verlöscht er augenblicklich. Wasserstoff kann sich auch nicht gebildet haben, weil die entstandene Luftart nicht brennbar ist. Sonach könnte man etwa meinen, es sei Stickstoff entstanden. Allein wenn man etwas Kalkwasser in's Fläschchen gießt und es umschüttelt, so wird das Wasser milchig und setzt endlich bei ruhigem Stehen ein weißes Pulver ab. Diese Wirkung zeigt sich nicht in einem Fläschchen, das Stickstoff enthält. Die im Fläschchen enthaltene Luftart ist also weder Sauerstoff, noch Wasserstoff, noch Stickstoff. Es ist **Kohlensäure.** *)

Die Kohlensäure ist also ein luftförmiger Körper und chemisch zusammengesetzt aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Hier haben wir ein Beispiel, daß ein luftförmiger Körper aus einem festen Körper durch chemische Verbindung mit einem andern, einem luftförmigen, entstanden ist. Während durch den Zusammentritt zweier Luftarten, des Wasser- und Sauerstoffs, ein tropfbar flüssiger Körper (Wasser) sich bildet, so bildet sich hier aus einem festen und einem luftförmigen Stoffe eine neue Luftart. Die Kohlensäure findet sich wieder häufig mit anderen Stoffen zu festen Körpern verbunden, aus denen man sie durch chemische Zersetzung gewinnen kann.

---

*) S. Naturlehre. 8. Aufl. §. 26. S. 39.

Zweiter **Versuch**. Man übergieße ein Stück Kreide mit einer starken Säure, z. B. mit Salzsäure, und man wird sehen, daß unter heftigem Aufbrausen eine Menge Luftblasen entweichen. Fängt man sie in der bekannten Weise auf, so hat man — Kohlensäure. Die Kreide ist nämlich eine Verbindung von Kalk und Kohlensäure. Da aber der Kalk eine größere Neigung zur Salzsäure, als zur Kohlensäure hat, so verbindet er sich bei diesem Versuche mit der Salzsäure und die Kohlensäure wird frei. Die Kohlensäure ist überhaupt eine schwache Säure, welche leicht durch andere ausgetrieben werden kann. Denkt man an die großen Kreidegebirge, die es auf der Erde giebt, so bekommt man eine Vorstellung von der Menge der vorhandenen Kohlensäure.

Eigenschaften der Kohlensäure. Die Kohlensäure ist für die Lunge ein gefährliches Gift. Eben so wenig als ein Licht darin brennen kann, eben so wenig können Menschen und Thiere in dieser Gasart leben. Da sie schwerer ist, als die atmosphärische Luft, so kann man sie aus einem Glase ins andere gießen. Stellt man daher ein brennendes Licht in einen Cylinder und gießt aus einem mit Kohlensäure gefüllten Gefäße das Gas langsam hinein, so verlischt das Licht, sobald die Kohlensäure die Höhe desselben erreicht hat. Ein Thierchen darin würde sterben. Der mit diesen Erscheinungen unbekannte Zuschauer geräth in große Verwunderung, da er aus dem Gefäße gar nichts ausfließen sieht. — Bekanntlich entwickelt sich die Kohlensäure auch in großer Menge in Kellern, wo Most und Bier oder andere dergleichen Flüssigkeiten gähren, weshalb der Eintritt in solche Keller, die lange Zeit verschlossen gewesen sind, nicht ohne Gefahr ist. — Da Menschen und Thiere Kohlensäure ausathmen*), so wird auch der Aufenthalt vieler Menschen in einem fest verschlossenen Raume unerträglich und endlich lebensgefährlich. — In der Hundsgrotte bei Neapel dringen Ströme von Kohlensäure aus der Erde und füllen die Höhle einige Fuß hoch mit diesem Gase. Menschen können ohne Gefahr hineingehen, weil sie über die Kohlensäureschicht hinausragen, Hunde aber sterben darin.

Für den Magen ist die Kohlensäure nicht nachtheilig und kann daher ohne Gefahr — nur nicht im Uebermaße — genossen werden. Sie ist im Wasser auflöslich oder wird sehr leicht vom Wasser aufgesaugt. Daher enthält alles aus der Erde kommende Wasser mehr oder weniger Kohlensäure und wird eben dadurch frisch und erquickend. Gestandenes Wasser schmeckt darum schaal, weil die Kohlensäure entwichen ist. **) Es

---

*) Man nehme ein Fläschchen mit Kalkwasser und blase die aus der Lunge strömende Luft hinein, so wird es trübe, weil sich kohlensaurer Kalk bildet. In der Lunge oder überhaupt im Körper muß also Kohlenstoff verbrannt worden sein und sich somit Kohlensäure gebildet haben.

**) Daher sammelt sich oft Kohlensäure in tiefen Brunnen an, weshalb diese nicht ohne Gefahr zu besteigen sind. Sie bedingt im Wasser die Löslichkeit von kohlensauren Erden und macht eben dadurch das Wasser hart, welche aber beim Stehen, Fließen oder Kochen des Wassers sich gleichzeitig mit dem Entweichen der Kohlensäure wieder ausscheiden.

ist aus hartem Wasser weiches geworden. Hat das Wasser in der Erde viel Kohlensäure aufgefunden und mit viel Kohlensäure sich verbunden, so nennen wir es Sauerwasser oder Sauerbrunnen, wie z. B. das Selterwasser. Auch im Bier, jungen Weine, im Champagner ꝛc. ist Kohlensäure und wird da ohne Gefahr mit getrunken. Brausepulver in's Wasser geschüttet entwickelt ebenfalls eine Menge Kohlensäure. (S. S. 9.)

Bemerkenswerth ist noch, daß die Kohlensäure, wenn sie bedeutend zusammengepreßt wird, in eine tropfbare Flüssigkeit sich verwandelt, die aber sofort wieder verdunstet, d. h. in Luftform sich umwandelt, sobald der Druck nachläßt. Ja es ist sogar möglich, sie in einen festen Körper zu verwandeln, wenn man außer dem Drucke noch eine bedeutende Kälte anwendet. Beiläufig sei bemerkt, daß Gase, deren Aggregatszustand in dieser Weise verändert werden kann, coërcible, dagegen solche, bei denen dies nicht möglich ist, **permanente** genannt werden. Sauerstoff z. B. ist ein permanentes Gas.

In der Kohlensäure sind immer 75 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 200 Gewichtstheilen Sauerstoff verbunden. Mit 1 Loth Kohlenstoff verbinden sich also $2^2/_3$ Loth Sauerstoff. Niemals hat man in der Kohlensäure den Kohlenstoff und Sauerstoff in anderen Gewichtsverhältnissen vereinigt gefunden.

Zweite Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff. Wenn man bei der Verbrennung der Kohle nur wenig Luft zutreten läßt, so entsteht ein anderes Gas, das wir **Kohlenoxydgas** nennen. Wegen Mangel an ausreichender Menge von Sauerstoff haben sich nämlich mit 75 Gewichtstheilen Kohle nur 100 Gewichtstheile Sauerstoff verbunden, also mit 1 Loth Kohle nur $1^1/_3$ Loth Sauerstoff, d. h. nur halb so viel als bei Entstehung der Kohlensäure. Entzündet man das Kohlenoxydgas, so brennt es mit blauer Flamme und nimmt während dieses Vorgangs noch einmal so viel Sauerstoff auf und wird dann ebenfalls Kohlensäure. Gewöhnlich entsteht solches Kohlenoxydgas, wenn Kohlen nur glimmen und die auf denselben sich bildenden Aschenhäutchen den Zutritt der Luft erschweren. Eben so entsteht es, wenn im Ofen die Klappe geschlossen und dadurch der Luftzug gehindert wird. Dieses Gas ist aber, wenn es eingeathmet wird, höchst giftig und ist gewöhnlich die Ursache der Unglücksfälle durch Kohlendunst, von denen man jeden Winter in den Zeitungen lesen kann. Wo man daher in verschlossenen Zimmern Kohlen verbrennt, darf man nicht sorglos sich schlafen legen. Zwar nicht durch Erstickung, d. h. durch Mangel an Sauerstoff, aber durch eine schnelle Zersetzung des Blutes wird der Tod herbeigeführt.

b) **Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff. Versuch.** Man fülle ein Probirgläschen etwa zur Hälfte mit zerkleinerten Steinkohlen und verschließe es luftdicht mit einem Korke, durch den eine Glasröhre oder ein Stück Thonpfeifenrohr gesteckt ist. Dann halte man das Gläschen über eine Spiritusflamme, und es wird aus den Steinkohlen sich ein luftförmiger Stoff entwickeln, der durch die Röhre entweicht. Zündet man ihn an, so brennt er mit heller Flamme. Es ist nicht Wasserstoffgas, denn dieses verbrennt mit blasser Flamme. Es ist viel-

mehr eine chemische Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, sogenanntes Kohlenwasserstoffgas oder **Leuchtgas**. Dieses Gas bildet sich immer, wenn Körper, die reich an Kohlen- und Wasserstoffgas, aber arm an Sauerstoffgas sind, in verschlossenen Gefäßen erhitzt werden. Zu gleichen Versuchen kann man auch statt der Steinkohle Rüböl (das Probirgläschen etwa $1/4$ damit gefüllt), Wachs, Talg, Stearin oder Holzspäne anwenden. Bei schwächerer Glühhitze vereinigen sich dann 75 Gewichtstheile Kohlenstoff mit $12 1/2$ Gewichtstheilen Wasserstoff, und es entsteht das sogenannte schwere Kohlenwasserstoffgas. Bei der stärksten Glühhitze vereinigen sich dagegen 75 Gewichtstheile Kohlenstoff mit doppelt so viel Wasserstoff, und es bildet sich das leichte Kohlenwasserstoffgas.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas heißt auch Grubengas (schlagende Wetter), weil es sich häufig in Steinkohlenbergwerken erzeugt und da, wenn es durch ein Grubenlicht entzündet wird, heftige Explosionen veranlaßt. Auch das sogenannte Sumpfgas, welches auf dem Boden stehender Gewässer bei der Fäulniß der Pflanzenstoffe sich bildet und beim Berühren des Schlammes mit einem Stocke in Blasen an die Oberfläche sich begiebt, enthält sehr viel leichtes Kohlenwasserstoffgas. — Das schwere Kohlenwasserstoffgas gewinnt man in den Gasbereitungsanstalten durch Erhitzen von Steinkohlen in verschlossenen eisernen Cylindern oder in starken Gefäßen von Thon. Was man mit den Steinkohlenstückchen in dem Probirgläschen thut, das thut man hier im Großen. Doch ist das gewonnene Gas nicht reines Kohlenwasserstoffgas, sondern ein Gemisch von Leuchtgas, Grubengas, Kohlenoxydgas und Wasserstoff. Nach der Reinigung wird es im Gasometer, einem kreisförmigen Bassin, zum Theil mit Wasser gefüllt, über das ein großer Blechbehälter gestülpt ist, gesammelt und von da aus in Röhren dahin geleitet, wo man es durch Aufdrehen eines Hahnes ausströmen läßt und entzündet. Auf diese Weise ist die Gasbeleuchtung eingerichtet. In den eisernen Cylindern bleibt der sogenannte Koak zurück, der aus ziemlich reinem Kohlenstoffe besteht und ein gutes Brennmaterial abgiebt.

Rückblick.

Wer die gewöhnlichsten Metalle kennt, so wie Phosphor und Schwefel, und außerdem sich mit den hier behandelten vier Stoffen, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, vertraut gemacht hat, der besitzt eine für den Laien ziemlich ausreichende Kenntniß der Elemente d. h. der einfachen Stoffe, aus welchen alle anderen Körper gebildet sind. Besonders wichtig sind die vier zuletzt genannten, weil sie die Hauptbestandtheile der Pflanzen- und Thierwelt, also der organischen Natur ausmachen, weshalb sie auch Organogene, d. h. Organerzeuger, genannt werden. Drei dieser Stoffe sind luftförmig, nur der vierte ist ein fester Körper. Der Stickstoff zeichnet sich aus durch seine große Unthätigkeit, der Wasserstoff durch seine Brennbarkeit, der Sauerstoff als nothwendiges Mittel der Verbrennung. Kohlenstoff giebt mit Sauerstoff chemisch verbunden die luftförmige Kohlensäure. Der Stickstoff bildet mechanisch mit Sauerstoff gemischt die atmosphärische Luft. Wasserstoff und Sauerstoff stellen in ihrer chemischen Vereinigung das Wasser dar. Am weitesten verbrei-

tet ist der Sauerstoff. Fast giebt es auf Erden keinen Körper, der nicht Sauerstoff enthielte. In seiner Neigung, sich mit anderen Stoffen chemisch zu verbinden, sie zu oxydiren, übertrifft er alle anderen Elemente. Mit vielen Körpern verbindet er sich sofort bei erhöhter Temperatur, und bei diesem Vorgange selbst wird Licht und Wärme oft in bedeutendem Grade entwickelt: der brennbare Körper verbrennt.

Verbrennung.*)

Schon mehrmals ist der Erscheinung des Verbrennens gedacht worden, doch ist dieser Vorgang zu wichtig, als daß wir nicht noch im Zusammenhange ihm unsere Aufmerksamkeit schenken sollten. Folgende Punkte sind hierbei hervorzuheben und zu bemerken.

1) Zum Verbrennen ist ein **brennbarer Körper** nothwendig, sei es Kohle, Wasserstoff, Phosphor, Schwefel, Eisen, Holz oder sonst ein anderer brennbarer Körper. Mit diesem Umstande ist übrigens Jedermann so bekannt, daß man nicht weiter davon zu reden braucht.

2) Zum Verbrennen ist zweitens **Sauerstoff** oder atmosphärische Luft, die Sauerstoff enthält, unentbehrlich. Im luftleeren Raume einer Luftpumpe hört sofort ein Licht auf zu brennen.

Versuch. Man bestreue ein Bretchen mit Sand, setze ein brennendes Licht darauf und stelle darüber ein hohes Glas, das man mit dem Rande in den Sand eindrückt, damit unten keine Luft eintreten kann. In kurzer Zeit löscht das Licht aus und bei genauer Untersuchung findet sich, daß im Glase kein Sauerstoff mehr enthalten ist. Dieser Versuch beweist zugleich, daß

3) beim Verbrennen geradezu Sauerstoff **verbraucht** wird. Daher muß dem brennenden Körper fortwährend Sauerstoff oder atmosphärische Luft zugeführt werden, und das Verbrennen geht um so besser von statten, je größer die Zuströmung ist. Immer muß da, wo eine Verbrennung vor sich geht, Sauerstoff zuströmen.

Versuch. Man stelle auf das mit Sand bestreute Bretchen ein Licht und darüber einen Cylinder. Das Licht verlöscht ebenfalls, weil von unten keine frische Luft zuströmen kann. Obgleich der Cylinder oben offen ist, so kann doch die äußere Luft nicht hinein, weil durch's Verbrennen sich eine andere Luftart gebildet hat, die den Zutritt der äußeren Luft hindert. Aus demselben Grunde verlöscht auch das Licht, wenn man den Cylinder auf Holzstäbchen setzt, so daß unten eine Oeffnung entsteht, ihn aber oben mit einem Deckel verschließt. Stellt man dagegen den Cylinder unbedeckt auf ein Paar Holzstäbchen, so brennt das Licht ungestört fort. An dem Rauche eines eben erst ausgeblasenen Wachsstockes, den man oben an den Cylinder hält, bemerkt man, daß Luft aufsteigt. Hält man den Wachsstock unten an den Cylinder, so nimmt man ein Einströmen der Luft wahr. Von unten strömt also atmosphärische Luft zu, der Sauerstoff derselben wird am brennenden Lichte verbraucht, da-

*) S. Naturlehre. 8. Aufl. §. 36. S. 62.

durch bildet sich zugleich ein anderer luftförmiger Körper, der oben ausströmt und somit frischem Sauerstoffe wieder Platz macht. Daß die Luft in die Höhe strömt, kommt daher, daß sie am Lichte erwärmt und dadurch specifisch leichter wird. Weil die Luftströmung besser stattfinden kann, wenn das Licht vom Cylinder umgeben ist, so brennt es heller, als ohne diese Vorrichtung.

Daher müssen Oefen, in denen es gut brennen soll, guten Zug haben, und auch das Holz oder die Kohlen muß man so legen, daß der Sauerstoff von allen Seiten Zutritt hat. Enge Essen ziehen besser, als weite, weil in ihnen die Luft eher erwärmt und leichter wird. Ist die Esse mit Ruß gefüllt oder mit einer Klappe verschlossen, dann geht es wie in dem bedeckten Cylinder, das Feuer erlischt. Sind Kohlen und Holz im Ofen mit Asche bedeckt oder so nahe an einander gelegt, daß keine Zwischenräume bleiben, so will ebenfalls das Feuer nicht fortbrennen. Dasselbe ist der Fall, wenn die Ofenthüre fest verschlossen wird. Ein Feuer kann man demnach sofort dämpfen, wenn man den Zutritt des Sauerstoffes verhindert. In brennenden Schornsteinen schiebt man den Schieber zu, über einen Tiegel mit brennenden Speck deckt man einen Teller, auf die brennende Spirituslampe setzt man ein Glashütchen u. s. w.

4) Jeder Körper muß erst bis auf eine gewisse Temperatur erwärmt oder erhitzt werden, ehe er anfängt zu brennen. Manche Körper bedürfen nur eine niedere, andere eine höhere Temperatur. Phosphor entzündet sich schon in der Wärme des Sommers. Schwefel wird schon ausreichend erwärmt, wenn man ihn an glimmenden Zunder hält. Holz entzündet sich an der Hitze des brennenden Schwefels. So lange nicht ein Körper den ihm nothwendigen Hitzgrad erreicht hat, brennt er nicht. Daher löscht aber auch ein brennender Körper augenblicklich wieder aus, wenn man ihn unter diesen Hitzgrad abkühlt. Kommt man mit einem Lichte schnell in einen kalten Luftstrom, so erlöscht es. Nimmt man glühendes Eisen aus dem Feuer, so hört es bald auf mit Glühen. Auf ein brennendes Haus spritzt man kaltes Wasser, um die Balken so weit abzukühlen, daß sie aufhören zu brennen. Die Abkühlung ist demnach ein zweites Mittel, ein Feuer zu dämpfen.

5) Durch den Vorgang des Verbrennens wird dann selbst wieder Wärme entwickelt, bei manchen Körpern in sehr hohem Grade. Wenn man das eine Ende eines Spanes über einem Lichte so weit erhitzt hat, daß es anfängt zu brennen, dann kann man das Licht entfernen. Indem jetzt ein Theil des Spanes brennt, wird so viel Wärme erzeugt, daß auch die folgende Stelle des Spanes ausreichend erhitzt wird und anfängt zu brennen. Deßhalb muß man aber auch den Span so halten, daß die Flamme an die noch unverbrannten Theile anschlagen und sie erhitzen kann. Die bei der Verbrennung entstehende Wärme benutzen wir eben, um unsere Speisen zu kochen, unsere Stuben zu heizen u. s. w. Manche Körper entwickeln beim Verbrennen

nicht so viel Hitze, als sie zum Fortbrennen brauchen, z. B. das Eisen kann in gewöhnlicher Luft nicht fortbrennen.*)

6) Bei jeder Verbrennung **entsteht ein neuer Körper** oder auch mehre. Der neuentstandene Körper ist allemal chemisch zusammengesetzt aus dem brennbaren Stoffe und aus Sauerstoff. So bildet sich, wenn Eisen verbrennt, ein Eisenoxyd; bei der Verbrennung des Phosphors Phosphorsäure, beim Schwefel schweflige Säure, bei der Kohle Kohlensäure, beim Wasserstoffe Wasser u. s. w. Die Verbrennungen in den Gläschen mit Sauerstoff haben das ausreichend bewiesen. Viele brennbaren Stoffe geben in ihrer Verbindung mit Sauerstoff luftförmige Körper, die nun beim Verbrennen entweichen, ohne daß wir sie besonders wahrnehmen. Daher kommt es auch, daß man vor Zeiten gar nicht gewußt hat, was beim Verbrennen eigentlich vorgeht. Das Verbrennen ist nichts anderes, als eine Vereinigung des Sauerstoffs mit dem brennbaren Körper. Der Chemiker versteht es, die durchs Verbrennen gebildeten Körper aufzufangen und zu untersuchen. Sie sind allemal genau eben so schwer, als der brennbare Körper und der verbrauchte Sauerstoff zusammen Gewicht hatten.

Feste Körper glühen blos, wenn sie verbrennen, gasförmige dagegen brennen mit **Flamme**.**) Metalle und reine

---

*) Die Verschiedenheiten in der Entwickelung von Wärme bei der Verbrennung gleicher Quantitäten unserer Brennmaterialien, oder überhaupt der brennbaren Körper, liegt in der verschiedenen Menge Sauerstoff, welche dieselben dabei aufnehmen, und in der Zeit, in welcher derselbe aufgenommen wird. Bei Aufnahme gleicher Mengen Sauerstoff entwickeln dieselben auch gleiche Mengen Wärme. Dieselbe ist also eine bestimmte, von der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs abhängige, weshalb es uns auch nicht wundern darf, daß z. B. der Wasserstoff mehr Wärme entwickelt, als der Kohlenstoff, da ein Theil von jenem 8 Theile Sauerstoff verbraucht, während erst 3 Theile Kohle so viel Sauerstoff aufnehmen. Demnach können 3 Theile Kohlenstoff erst 1 Theil Wasserstoff ersetzen.

Da nun diese Wärme eine ganz bestimmte ist, so muß dieselbe bei einer raschen Verbrennung auch sich viel rascher entwickeln und daher viel stärker erscheinen, als bei einer langsamen Verbrennung. Es wird ja in kurzer Zeit viel Sauerstoff verbraucht. Hiernach ist zugleich auch leicht einzusehen, weshalb die Körper im reinen Sauerstoffgase viel stärker, energischer und mit größerer Wärmeentwickelung als in der gewöhnlichen Luft verbrennen. Aus diesem Grunde ist es eine weise Einrichtung, daß der Sauerstoff in der Luft mit 4/5 eines anderen Gases, des Stickstoffes, verdünnt ist, weil außerdem in derselben auch solche Körper verbrennen würden, welche wir nicht verbrennen wollen, z. B. die eisernen Oefen, und überhaupt Feuer, einmal angefacht, kaum wieder zu löschen wäre. Die Hitze würde in solcher Menge sich erzeugen, daß das Wasser zum Löschen auf dem Wege zum Feuer verdampfte, ja sogar Steine, Ofenkacheln u. s. w. schmelzen würden.

**) Man unterscheidet daher Verbrennung mit und ohne Flamme. Daß viele feste und flüssige Körper doch mit Flamme verbrennen, wie unsere Heizungs- und Beleuchtungsmaterialien, rührt daher, daß sie beim Anzünden erhitzt werden, wobei die zur Beleuchtung dienenden Stoffe vollkommen in Gase, und zwar meist in Kohlenwasserstoff- und etwas Kohlenoxydgas, zerfallen, die dann vollständig ohne Hinterlassung von Kohle und Asche verbrennen. Dagegen hinterlassen die zur Heizung dienenden Stoffe mehr oder weniger Kohle, weil ihr Wasser- und Sauerstoff nicht hinreicht, um alle Kohle als obige Gase zu verflüchtigen, woraus hervorgeht, daß sie mehr Kohle enthalten, als jene und ebenso Asche. — Diese sämmtlichen Stoffe

Kohle glühen, aber geben keine Flamme. Daß unsere Steinkohlen ꝛc. beim Verbrennen eine Flamme zeigen, rührt von dem in ihnen enthaltenen Wasserstoffe her, der ein luftförmiger Körper ist und mit Kohlenstoff verbunden als verbrennendes Gas aufsteigt. Zugleich wird auch mehr oder weniger Kohlenstoff, welcher wegen Mangel an Sauerstoff nicht hat zur Verbrennung gelangen können, mit ausgeschieden und durch die Hitze glühend und dadurch leuchtend gemacht. Ueberhaupt ist hierbei zu merken, daß die starke Lichtentwickelung, welche sich in einer Flamme zeigt, stets von einem darin in's Glühen versetzten Körper ausgeht, und je größer dabei die Glühhitze ist, desto bedeutender und heller ist natürlich auch die Lichtausstrahlung. Man verbrenne reines Wasserstoffgas und die Flamme wird trotz der ungeheuren Hitze, die dabei erzeugt wird, kaum sichtbar sein; man bringe ein Kreidestückchen hinein, das darin glüht, und sofort wird man ein starkes blendendes Licht erhalten. Wenn Kohle verbrennt, zeigt sich ebenfalls eine starke Erleuchtung, weil sie als fester Körper verbrennt und durch die bei der Verbrennung sich bildende Wärme in's Glühen versetzt wird. Daraus ergiebt sich, daß man zur Beleuchtung nur solche Körper anwenden kann, bei deren Verbrennung auch ein fester Körper mit auftritt, der durch die dabei frei werdende Wärme so in's Glühen geräth, daß er dadurch leuchtet. Bei unseren gewöhnlichen Beleuchtungsmitteln ist dies eben der Kohlenstoff.*)

---

verbrennen daher nicht als solche, sondern es verbrennen ihre durch die Erhitzung gebildeten Zersetzungsprodukte. Man sieht das deutlich, wenn man ein Licht auslöscht. Aus dem Dochte steigen Gase auf, die sich in einer gewissen Entfernung wieder entzünden lassen.

*) Zur Erzeugung einer hellen Flamme ist daher erstens eine ausreichende Menge in's Glühen zu versetzenden Kohlenstoffs und zweitens ein dazu ausreichender Grad von Hitze nothwendig. So verbrennt das leichte Kohlenwasserstoffgas, ebenso wie Weingeist, mit einer am Tage kaum sichtbaren Flamme, das schwere Kohlenwasserstoffgas dagegen mit schönem stark leuchtenden Lichte. Die Ursache ist, daß bei ersterem auf 14 Theile Wasserstoff nur 43 Theile Kohlenstoff, bei letzterem dagegen auf eben so viel Theile Wasserstoff 86 Theile Kohlenstoff kommen. Werden diese Gase angezündet, so nimmt zunächst der Wasserstoff den Sauerstoff auf, während der Kohlenstoff erst dann verbrennt, wenn ihm vorher ein Theil des Wasserstoffs beim Verbrennen entzogen worden ist. Demnach wird ein Theil des Kohlenstoffgehalts dieser Gase vor seiner Verbrennung als feste feine Kohle ausgeschieden. Ist nun die Menge dieses ausgeschiedenen Kohlenstoffs gering und wird derselbe sehr bald durch die hinzutretende Luft verbrannt, so zeigt sich auch die Flamme wenig hell, Ist dagegen die Menge desselben eine größere, so muß auch, je mehr eben ausgeschieden und in je höhere Glühhitze er versetzt wird, die Lichtentwickelung dadurch erhöht werden. Der höchste Grad von Glühhitze ist die Weißglühhitze, bei welcher auch eine Flamme am stärksten mit einem weißem Lichte leuchtet. Bei einem niedrigeren Grade, der Rothglühhitze, erhält man ein rothes dunkleres Licht. Dieser Umstand tritt ein, wenn der ausgeschiedene Kohlenstoff ein zu großer ist und die entwickelte Wärme eben nicht hinreicht, eine größere Menge in's Weißglühen zu versetzen. Dann gesellt sich gewöhnlich auch noch der Uebelstand hinzu, daß ein Theil dieses in geringerer Glühhitze sich befindenden Kohlenstoffs rascher erkaltet und dabei seine Verwandtschaft zum Sauerstoff aufhört, weshalb er nun nicht verbrennt, sondern als Ruß an der Flamme sich zeigt. Um eine helle Flamme zu geben, müssen also Kohlenstoff und die bei der Verbrennung entstandene Hitze in dem rechten Verhältnisse stehen.

Wie es beim Verbrennen des Holzes zugeht, ist schon oben bemerkt. Hier mag beispielsweise das Brennen eines Talg- oder Wachslichtes noch in Betracht gezogen werden.

Der Talg, und eben so auch das Wachs,*) ist ein aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzter Körper. Zündet man den Docht im Talglichte an, so wird durch die Hitze zunächst der Talg geschmolzen und der flüssig gewordene Talg steigt in dem Dochte in die Höhe. Hier wird er durch die Hitze des angezündeten Dochtes in die brennbaren Gase zersetzt, welche namentlich Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff sind. Der Wasserstoff verbindet sich aber sofort wieder mit dem frei gewordenen Sauerstoffe oder mit dem der atmosphärischen Luft zu Wasser. Der ausgeschiedene Kohlenstoff wird dabei mit in die Höhe gerissen, glüht in der Flamme und verbindet sich ebenfalls mit Sauerstoff zu Kohlensäure. Bei genauer Betrachtung lassen sich an der Flamme 3 Theile unterscheiden. Man bemerkt sie sehr gut, wenn man ein Drahtnetz horizontal in die Flamme hält. In der Mitte derselben zeigt sich ein dunkler Kern; das ist aufsteigendes Gas, dem zum Verbrennen der Sauerstoff fehlt. Dieses geht unverbrannt durch das Netz und kann über demselben angezündet werden. Um diesen dunklen Kern herum sieht man einen hellleuchtenden Lichtkegel; das ist verbrennender Wasserstoff, in welchem feine Kohlentheilchen glühen und deren Glühen eben die helle Erleuchtung verursacht. Um diesen Lichtkegel bemerkt man dann noch eine dünne dunkelbrennende Hülle. In dieser Hülle geht die vollkommenste Verbrennung vor sich, weil hier die entwickelten Gase unmittelbar mit der Luft in Berührung sind und der Kohlenstoff, ohne erst längere Zeit ausgeschieden zu sein und zu glühen, sofort mit verbrennt. Richtet man eine Lampe so ein, daß auch in die Mitte der Flamme Luft mit Sauerstoff einströmen kann, so verschwindet der dunkle Kern. Das ist z. B. bei den Lampen mit rundem Dochte der Fall. Bei dem Verbrennen des reinen Wasserstoffgases zeigen sich diese verschiedenen Theile gar nicht, weil hier nicht verschiedene brennbare Stoffe verbrennen.

Aehnlich ist der Vorgang beim Oellichte. Auch das Oel ist eine chemische Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Es steigt im Dochte in die Höhe, und es beginnt, wenn man das Licht anzündet, eine chemische Zersetzung u. s. w.

Der Ruß, welcher sich an einem über's Licht gehaltenen Löffel ansetzt, ist mit fortgerissener, aber nicht verbrannter Kohlenstoff. Dieser Ruß ist daher natürlich noch brennbar. Die Ursache, daß nicht immer aller Kohlenstoff verbrennt, liegt meist darin, daß nicht genug Sauerstoff vorhanden gewesen ist. Aus diesem Grunde setzen Oefen, die guten Zug haben, weniger Ruß ab, als andere. Die feinen unverbrannten Kohlentheilchen werden auch vom aufsteigenden Wasserdampfe und der Kohlen-

---

*) Wenn man Wachs, wie schon vorher bemerkt, in einem abgeschlossenen Raume glüht und die dabei sich bildenden Dämpfe durch eine Röhre leitet, so brennen sie, wenn man sie anzündet, wie ein Licht; ein Beweis, daß durch die Hitze eine Zersetzung des Wachses in brennbare Gase stattgefunden hat.

säure mit in die Höhe getrieben. Diese Stoffe zusammen bilden den Rauch, der aus den Essen aufsteigt. — Was im Ofen als Asche zurückbleibt, das sind mineralische Stoffe, welche sich im Holze mit befunden und an der Verbrennung gar keinen Antheil genommen haben. Sie sind der unverbrennliche Rückstand.

Die Gesetzmäßigkeit in den chemischen Erscheinungen.

Die chemische Verwandtschaft.

Wenn sich zwei Körper chemisch mit einander verbinden, so ist diese Verbindung so innig, daß man weder den einen noch den andern Körper an dem neuentstandenen, selbst nicht unter einem Vergrößerungsglase, mehr unterscheiden kann. Es kann also nicht etwa so sein, daß sich z. B. bei einer Verbindung von Eisen und Schwefel ein größeres Stück Eisen an ein größeres Stück Schwefel anhängt, denn dann müßte man wohl bemerken, daß sich hier ein Stück Eisen und daneben ein Stück Schwefel befände. Will man sich eine rechte Vorstellung von einer chemischen Verbindung machen, so muß man sich das Stück Eisen und eben so auch das Stück Schwefel in unendlich kleine Theilchen getheilt denken, die man, wie früher schon gesagt worden ist, Atome nennt. Jedes Eisenatom verbindet sich nun mit einem Schwefelatome, oder mit andern Worten, Eisen und Schwefel verbinden sich in ihren unendlich kleinen Theilchen mit einander. Von den Millionen Atomen, aus denen ein kleines Stückchen Eisen besteht, bleibt immer eins an einem von den Millionen Atomen hängen, aus denen ein Stückchen Schwefel besteht. Eben so ist es auch, wenn sich ein Paar andre Stoffe mit einander chemisch verbinden.

Wie geht es aber zu, daß zwei oder mehre Atome von verschiedenen Körpern an einander hängen bleiben und einander festhalten? Auf diese Frage können wir keine andere Antwort geben als die: es muß in den Atomen eine anziehende Kraft thätig sein. Z. B. in dem Eisenatome muß eine Kraft wohnen, welche das Schwefelatom anzieht, und ebenso in dem Schwefelatome eine Kraft, welche anziehend auf das Eisen wirkt. Freilich müssen aber die Atome einander unendlich nahe gebracht werden, wenn sie sollen mit ihrer anziehenden Kraft auf einander wirken und sich verbinden können (siehe S. 4). Aus diesem Grunde muß auch immer einer von den beiden Körpern, die man chemisch verbinden will, im flüssigen Zustande sein. Ist er nicht flüssig, so muß man ihn durch Schmelzen oder Auflösung flüssig machen. Luftförmige und flüssige Körper gestatten eine so innige Berührung ihrer kleinsten Theilchen, daß sie eben sich leichter mit einander verbinden, als feste Körper.

Von zwei Körpern, deren Atome sich gegenseitig anziehen, sagt man, sie sind einander chemisch verwandt, und die anziehende Kraft, vermöge welcher eben die Stoffe sich zu neuen Körpern vereinigen können, nennt man **chemische Verwandtschaft** auch **Anziehung** oder **Affinität**. Wie schon bekannt ist, hat der Sauerstoff zu allen anderen Stoffen Verwandtschaft, d. h. er hat die Kraft

sich mit allen anderen Stoffen chemisch zu verbinden. So haben Kupfer und Sauerstoff, Chlor und Natrium, Kohlenstoff und Wasserstoff u. s. w. Verwandtschaft zu einander, insofern sie die Fähigkeit besitzen, sich mit einander chemisch zu vereinigen. Was man also unter chemischer Verwandtschaft versteht, ist nicht gerade schwer zu begreifen.

Wenn ein Stoff die Fähigkeit hat, mit mehren anderen Stoffen eine chemische Verbindung zu schließen, so darf man aber doch nicht glauben, daß er zu allen eine gleich große Neigung besitze. Er zeigt dann in der Regel zu dem einen eine größere Anziehungskraft, als zu dem anderen. Schmilzt man z. B. Eisen, Blei und Schwefel mit einander, so verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen, und nur, wenn etwas Schwefel übrig bleibt, so vereinigt sich dieser mit dem Blei. Man sieht also, der Schwefel hat Verwandtschaft zum Eisen und zum Blei. Aber seine Verwandtschaft zum Eisen ist größer, als sie zum Blei ist. Wenn er es also haben kann, so verbindet er sich lieber mit jenem, als mit diesem. Es geht uns ja auch so, daß wir mit einem Menschen lieber zusammen sind, als mit dem andern. Die stärkere Verwandtschaft eines Körpers zu einem andern, als zu einem dritten, nennt man **Wahlverwandtschaft.** Die Kreide ist bekanntlich eine Verbindung von Kohlensäure und Kalkerde. Diese beiden Stoffe sind also einander chemisch verwandt. Gießt man aber auf die Kreide etwas Schwefelsäure, so entweicht die Kohlensäure und die Kalkerde verbindet sich mit der Schwefelsäure (zu Gyps). Die Kalkerde hat also die Schwefelsäure lieber, als die Kohlensäure, und sie trennt sich von dieser, sobald sie Gelegenheit findet, sich mit jener zu verbinden. Gehen wir mit einem Freunde Arm in Arm spazieren und es begegnet uns ein Freund, den wir noch lieber haben, so lassen wir wohl auch den ersten Freund los und hängen uns an den Arm des andern.

Das folgende Beispiel zeigt uns eine **doppelte** Wahlverwandtschaft. Bringt man nämlich Kupfervitriol (d. i. eine Verbindung von Kupferoxyd und Schwefelsäure) mit gereinigter Soda (d. i. eine Verbindung von Natron und Kohlensäure) zusammen, so heben beide ihre Verbindungen auf. Die Schwefelsäure trennt sich vom Kupferoxyd und verbindet sich mit Natron; die Kohlensäure dagegen trennt sich vom Natron und tritt in Verbindung mit dem Kupferoxyd. Auf diese Weise sind in Folge der Wahlverwandtschaft zwei neue Körper entstanden: kohlensaures Kupferoxyd und schwefelsaures Natron.

Zu bemerken ist noch, daß die chemische Verwandtschaft eines Körpers zu einem andern unter gleichen Verhältnissen immer dieselbe bleibt. So lange wir wissen, hat der Schwefel immer eine größere Neigung zum Eisen gehabt, als zum Blei, und so wird es auch bleiben. Die Menschen wechseln mit ihrer Freundschaft, die Atome wechseln niemals. Menschen hören auf, sich zu lieben, die Atome behalten immer und ewig ihre Neigung zu einander. Sie wird nicht größer und nicht geringer.

Mischungs-, Atomgewichte oder Aequivalente.

Diese Ueberschrift wird Manchen erschrecken, aber es knüpft sich an diese Namen eine neue von der Weisheit des Schöpfers zeugende Be-

trachtung. In Gottes Welt ist Alles nach Zahl, Gewicht und Maß geordnet. Es ist schon viel davon die Rede gewesen, daß die Elemente zu neuen Körpern zusammentreten, aber es ist nur erst angedeutet worden, daß hierbei eine fest bestimmte Gesetzmäßigkeit obwaltet. Welches ist diese Gesetzmäßigkeit?

Antwort: Die verschiedenen Stoffe verbinden sich immer nur in **bestimmten Gewichtsverhältnissen** mit einander. Was heißt das? Ein Beispiel mag das erläutern. Nähme man 8 Gramm Sauerstoff und 1 Gramm Wasserstoff und ließe durch dieses Gemenge einen Funken schlagen, so würden sich aller Sauerstoff und aller Wasserstoff zu Wasser vereinigen und weder von diesem noch von jenem sich dann etwas vorfinden. Hätte man jedoch etwas mehr Sauerstoff genommen, so würde dieser mehrgenommene Sauerstoff übrig bleiben, und eben so würde auch der Wasserstoff übrig bleiben, der über ein Gramm betrüge. Es verbinden sich also immer nur 8 Gewichtstheile Sauerstoff mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff. Der Wasserstoff macht demnach dem Gewichte nach im Wasser stets nur den 8. Theil so viel aus, als der Sauerstoff. Gewöhnlich setzt man den Sauerstoff gleich 100, und es läßt sich nun nach dem Vorhergesagten leicht berechnen, daß sich mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff $12^1/_2$ Gewichtstheile Wasserstoff verbinden. Was man von dem einen oder andern mehr nimmt, bleibt unverbunden.

So verbindet sich nun der Sauerstoff auch mit allen anderen Stoffen in fest bestimmten Verhältnissen.

Mit dem Stickstoffe verbindet sich der Sauerstoff so, daß auf 8 Gewichtstheile Sauerstoff 14 Gewichtstheile Stickstoff kommen. Will man demnach diese beiden Stoffe chemisch vereinigen, so muß man dem Gewichte nach $1^3/_4$ mal so viel Stickstoff, als Sauerstoff nehmen, wenn weder von dem einen, noch von dem andern ein Rückstand bleiben soll. Setzt man wieder den Sauerstoff gleich 100, so kommen auf 100 Gewichtstheile desselben 175 Gewichtstheile Stickstoff. — Zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff ist das Mischungsverhältniß wie 8 zu 6 oder in kleineren Zahlen ausgedrückt 4 : 3, oder 1 : $^3/_4$. 100 Gewichtstheile Sauerstoff verbinden sich demnach mit 75 Gewichtstheilen Kohlenstoff.

In der Seite 12 befindlichen Tabelle sind den Elementen die Zahlen beigefügt, welche die Gewichtsverhältnisse bezeichnen, in denen sie sich mit einander verbinden, z. B.

Sauerstoff	100	oder 8.
Wasserstoff	$12^1/_2$	„ 1.
Stickstoff	175	„ 14.
Kohlenstoff	75	„ 6.
Schwefel	200	„ 16 u. s. w.

Was also die Zahlen neben den Namen bedeuten, ist nun nach dem Vorhergehenden leicht zu verstehen. Z. B. neben Sauerstoff steht die Zahl 100, neben Schwefel die Zahl 200, d. h. 100 Gewichtstheile Sauerstoff verbinden sich mit 200 Gewichtstheilen Schwefel. Oder, was dasselbe Verhältniß giebt, 8 Gewichtstheile Sauerstoff verbinden sich mit 16 Gewichtstheilen Schwefel. In der ersten Zahlreihe ist der Sauerstoff gleich 100, in der andern der Wasserstoff gleich 1 gesetzt, in beiden

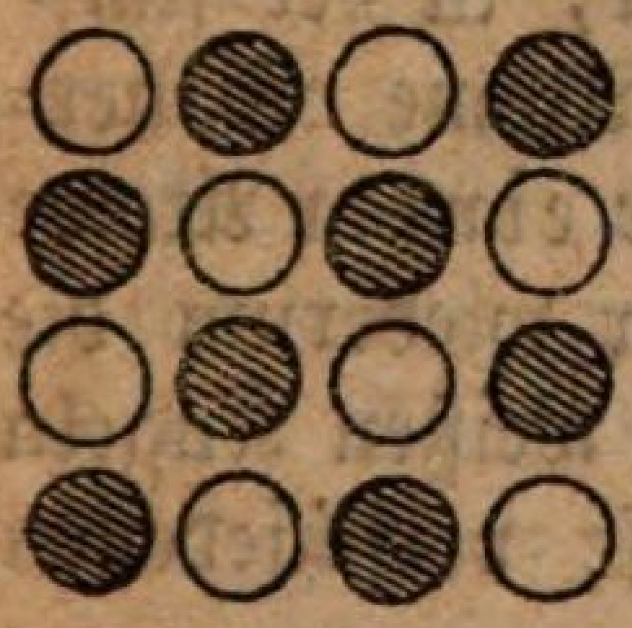
Reihen sind aber die Zahlenverhältnisse dieselben. Mit Hilfe einer solchen Tabelle kann man also sofort wissen, in welchem Verhältnisse sich der Sauerstoff mit jedem andern Elemente verbindet.

Nun wird freilich mancher meinen, man brauche eine ganze Menge solcher Tafeln; weil man doch immer noch nicht wisse, in welchen Verhältnissen sich der Wasserstoff oder der Stickstoff, oder der Kohlenstoff u. s. w. mit den andern Stoffen verbinde.

Merkwürdiger Weise braucht man nur diese eine Tabelle. Die Zahlen, welche neben den Stoffen stehen, bezeichnen nämlich nicht blos das Verhältniß, in welchem diese Stoffe mit dem Sauerstoffe sich vereinigen, sondern in welchem sie auch unter sich in Verbindung treten. So z. B. sagt uns dieselbe Tabelle, daß $12^1/_2$ Gewichtstheile Wasserstoff mit 75 Gewichtstheilen Kohlenstoff, daß ferner $12^1/_2$ Gewichtstheile Wasserstoff mit 200 Gewichtstheilen Schwefel u. s. w. zusammentreten. Will Einer wissen, in welchem Verhältnisse Schwefel und Quecksilber sich verbinden, so giebt ihm die Tabelle das Verhältniß 200 zu 1250, d. h. man muß vom Quecksilber $6^1/_4$ mal so viel zu dieser Verbindung nehmen, als vom Schwefel. Im Schwefelquecksilber (Zinnober) sind 200 Gewichtstheile Schwefel mit 1250 Gewichtstheilen Quecksilber verbunden oder mit den kleineren Aequivalentzahlen ausgedrückt 16 und 100.

Daß diese Mischungsverhältnisse so bestimmt sind, möchte Einen in Verwunderung setzen, und doch ist diese Erscheinung sehr natürlich. Sie hat jedenfalls darin ihren Grund, daß die Atome der verschiedenen Stoffe eine verschiedene Schwere haben. Ein Sauerstoffatom ist 8mal so schwer, als ein Wasserstoffatom und darum braucht man dem Gewichte nach 8 mal so viel Sauerstoff als Wasserstoff, wenn sich immer ein Atom mit dem andern verbinden soll. Bei der Verbindung von Schwefel und Sauerstoff braucht man dem Gewichte nach doppelt so viel Schwefel. Daraus folgt umgekehrt, daß ein Schwefelatom doppelt so schwer ist, als ein Sauerstoffatom. Man muß freilich einen Augenblick im Lesen inne halten und darüber nachdenken, um diese Erklärung recht zu fassen. Die nebenstehende Zeichnung mag zur Versinnlichung dienen. Die Kugeln auf der Zeichnung mögen Billionen Mal vergrößerte Atome bedeuten und zwar die schwarzen Kugeln Schwefelatome und die weißen Sauerstoffatome. Wenn nun jedes solches Schwefelatom noch einmal so schwer ist, als ein Sauerstoffatom, so muß natürlich der ganze Schwefel in dem aus Schwefel und Sauerstoff zusammengesetzten Körper noch einmal so viel wiegen, als der Sauerstoff.

Fig. 9.

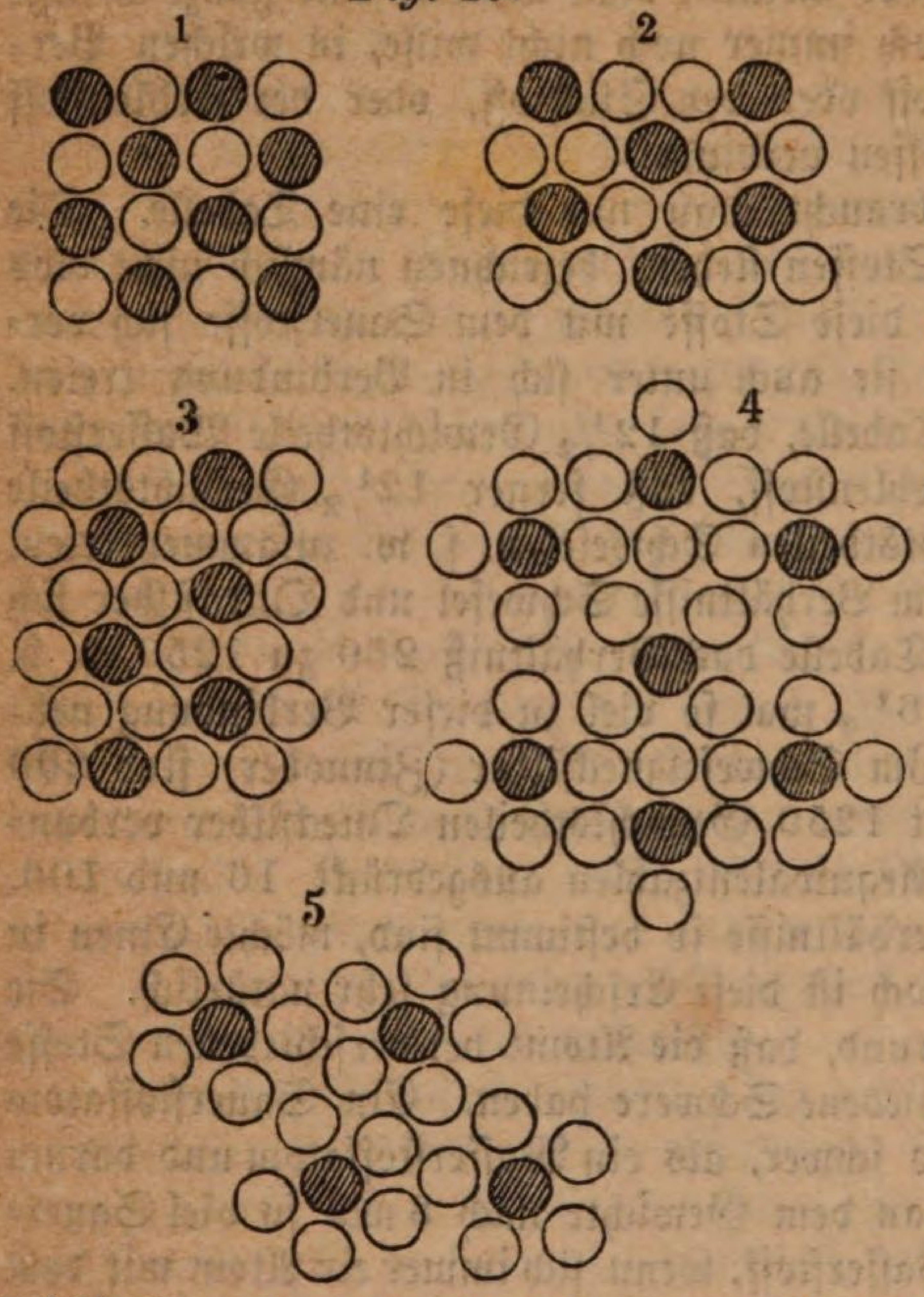


Diese festen Zahlen, welche die Verhältnisse der Zusammensetzungen aller chemischen Verbindungen ausdrücken, nennt man **Atomgewichte**. Warum, läßt sich leicht denken. Uebrigens bezeichnet man sie auch mit dem Namen Mischungsgewichte oder Aequivalente. Diese Ausdrücke und ihre Bedeutung hat man sich wohl zu merken. —

Die Natur liebt die Veränderung und der Schöpfer hat ihr die Fähigkeit zur Darstellung einer unendlichen Mannigfaltigkeit verliehen.

Das führt uns auf eine neue Beobachtung, welche es erklärlich macht, wie durch eine geringe Anzahl von Grundstoffen doch eine unzählbare Menge der verschiedenartigsten Körper entstehen konnte. Es verbindet sich nämlich nicht immer nur ein Atom eines Elementes mit einem Atome eines andern, sondern eben so häufig kommt es auch vor, daß sich zwei, oder drei, oder gar vier ꝛc. Atome mit einem andern Atome verbinden. Dadurch entstehen nun eben so viel verschiedene Körper aus denselben Elementen. So z. B. giebt es 5 Verbindungen des Sauerstoffs mit Stickstoff. In der ersten Verbindung verbindet sich immer ein Atom Sauerstoff mit einem Atome Stickstoff, in der zweiten verbinden sich zwei Atome, in der dritten drei, in der vierten vier, in der fünften fünf Atome Sauerstoff mit nur einem Atome Stickstoff. In der nebenstehenden Zeichnung, in welcher wiederum die Atome Billionen Male vergrößert gedacht sind und die weißen Kugeln Sauerstoff, die schwarzen Stickstoff bezeichnen, sind diese verschiedenen Verbindungen sinnlich dargestellt.

Fig. 10.



Da sich Sauerstoff und Stickstoff, wie unsere Tabelle angiebt, in dem Verhältnisse wie 100 zu 175 verbinden, so braucht man bei der ersten Verbindung zu 175 Gewichtstheilen Stickstoff 100 Gewichtstheile Sauerstoff, bei der zweiten Verbindung gerade 2mal 100, bei der dritten Verbindung 3mal 100, bei der vierten 4 mal 100 und bei der fünften 5mal 100 Gewichtstheile Sauerstoff.

Und so bestätigt es auch die Erfahrung. **Wenn ein Körper mit einem andern in verschiedenen Verhältnissen sich verbinden kann, so fordert die zweite, die dritte, die vierte ꝛc. Verbindung immer eine doppelte, dreifache, vierfache ꝛc. Stoffmenge des einen Körpers.***) So vereinigen sich, um noch ein Beispiel anzuführen, Kohlenstoff und Sauerstoff in 2 Verhältnissen, nämlich 75 Gewichtstheile Kohlenstoff 1) mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff und 2) mit doppelt so viel, d. h.

---

*) Wenigstens steht die Menge des einen Bestandtheils immer in einem einfachen Verhältnisse zu der Menge des andern.

mit 200 Gewichtstheilen Sauerstoff. Die erste Verbindung ist das sogenannte Kohlenoxydgas, die zweite die Kohlensäure.

Die chemische Sprache.

Der Chemiker schreibt nicht gern viel und liebt überhaupt die Kürze. Er hat diese Liebe der Natur abgelernt, die auch Alles auf dem kürzesten Wege abmacht. Die Natur ist ja ein Werk der göttlichen Weisheit. Daher bedient sich der Chemiker eines einfachen Zeichens, wo andere Leute viele Worte machen. Es ist nicht uninteressant, zugleich aber auch nicht schwer, die Sprache des Chemikers kennen zu lernen.

Erstens ist uns schon bekannt, daß die Namen für die Elemente nur mit einem, höchstens mit zwei Buchstaben bezeichnet werden, z. B. Sauerstoff mit dem großen lateinischen Buchstaben O, Wasserstoff mit H, Stickstoff mit N u. s. w., wie die oben mitgetheilte Tabelle der Elemente angiebt.

Zweitens wird eine Verbindung mehrerer dieser Stoffe auf die Weise ausgedrückt, daß man blos die einfachen Zeichen derselben zusammenstellt. Statt Wasser schreibt der Chemiker HO, d. h. eine Verbindung von Wasser- und Sauerstoff. NO bedeutet eine Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff, CO eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff u. s. w.

Drittens. Diese einfachen Zeichen: HO, NO, CO 2c. bezeichnen sogar noch mehr, als blos die Namen der verbundenen Stoffe. Sie drücken zugleich auch das Verhältniß aus, in welchen Gewichtsmengen diese Stoffe mit einander verbunden sind. HO bedeutet demnach eine Verbindung von $12\frac{1}{2}$ Gewichtstheilen Wasserstoff mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff. Ferner

NO = eine Verbindung von 175 Gewichtsth. Stickstoff mit
100 „ Sauerstoff.
CO = eine Verbindung von 75 Gewichtsth. Kohlenstoff mit
100 „ Sauerstoff.
SO = eine Verbindung von 200 Gewichtsth. Schwefel mit
100 „ Sauerstoff.

Wer unsere Seite 12 aufgestellte Tabelle zu Hilfe nimmt, wird nun die Ausdrücke PO, KO, NaO, SiO, FeO, HgO 2c. mit Leichtigkeit lesen und verstehen können.

Viertens. Wenn sich ein Stoff mit einem andern in doppelter dreifacher, vierfacher Gewichtsmenge 2c. verbindet, dann wird nur dem betreffenden Buchstaben eine kleine Zahl angehängt. NO_2 bezeichnet eine Verbindung von 1 Atom Stickstoff mit zwei Atomen Sauerstoff, oder mit anderen Worten, von 175 Gewichtstheilen Stickstoff mit 2×100 Gewichtstheilen Sauerstoff. Ferner

CO = eine Verbindung von 75 Gewichtsth. Kohlenstoff mit
100 „ Sauerstoff.
CO_2 = eine Verbindung von 75 Gewichtsth. Kohlenstoff mit
200 „ Sauerstoff.

SO_3 = eine Verbindung von 200 Gewichtsth. Schwefel mit
300 = Sauerstoff.

Diese Art der Bezeichnung hat zugleich das Gute, daß man dabei erfährt, aus welchen anderen Stoffen ein zusammengesetzter Körper besteht und wie viel von dem einen oder andern Stoffe in ihm enthalten ist. Mancher hat z. B. schon das Wort Phosphorsäure gelesen, ohne dadurch etwas Näheres über die Phosphorsäure zu erfahren. Liest man dagegen die chemische Bezeichnung PO_5, so erfährt man zugleich, daß die Phosphorsäure aus 392 Gewichtstheilen Phosphor und 5 $\times$ 100 Gewichtstheilen Sauerstoff besteht. In 1 Gramm Phosphorsäure befinden sich demnach ziemlich genau $^4/_9$ Gramm Phosphor und $^5/_9$ Gramm Sauerstoff. — Was ist Essigsäure? Das Wort selbst giebt uns darüber keine Auskunft. Anders ist es, wenn man die chemische Bezeichnung vor sich hat: $C_4\ H_3\ O_3$. Die Essigsäure ist ein zusammengesetzter Körper, der aus 4 $\times$ 75 Gewichtsth. Kohlenstoff, 3 $\times$ $12^1/_2$ Gewichtsth. Wasserstoff und 3 $\times$ 100 Gewichtsth. Sauerstoff gebildet ist. Wem sollte es hiernach nicht einleuchten, daß die chemischen Bezeichnungen von großem Werthe sind?

Das elektrische Verhalten der Elemente.

Wir müssen hier schließlich noch eines merkwürdigen Verhaltens der elementaren Stoffe gedenken, welches man beobachtet, wenn man zusammengesetzte Körper mit Hilfe der galvanischen Batterie in ihre einfachen Stoffe zerlegt. Bei der Seite 21 erwähnten Wasserzersetzung mittelst der galvanischen Batterie tritt der Wasserstoff an den Minuspol, d. h. an den vom Zinke kommenden Draht, der Sauerstoff dagegen an den Pluspol. Das geschieht allemal so, wenn man Wasser zersetzt. Der Wasserstoff muß also in einem positiv elektrischen, der Sauerstoff aber in einem negativ elektrischen Zustande sich befinden, eben darum, weil jener vom Minuspole und dieser vom Pluspole angezogen wird.*) Was man hier bei der Zersetzung des Wassers bemerkt, das bemerkt man ebenso bei der Zersetzung eines jeden andern Körpers. Das eine Element tritt regelmäßig an den Minuspol, das andere an den Pluspol.

Es gilt hier dasselbe Gesetz, wie das bei der magnetischen Anziehung. Wird der Nordpol eines Magnetstabes einer Magnetnadel genähert, so erfolgt eine lebhafte Anziehung des Südpols derselben.**) Jedes Stück Eisen, welches von einem Magnetpole angezogen wird, nimmt an der ihm zugekehrten Seite den dem Pole entgegengesetzten Magnetismus an und bewirkt dadurch die vollständige Anziehung. Eben so verhalten sich die Elementarstoffe der Chemie zu den Polen der galvanischen Batterie, und man kann hiernach alle einfachen Stoffe in zwei Gruppen theilen, nämlich in elektro-negative und in elektro-positive. Dieser sogenannte polare Zustand ist jedoch

---

*) S. Naturlehre 8. Aufl. §. 42. S. 84.
**) S. Naturlehre 8. Aufl. §. 45. S. 96.

nicht an allen Elementen in gleichem Grade vorhanden, d. h. manche Elemente werden stärker, andere schwächer von dem einen oder andern Pole der galvanischen Batterie angezogen.

Hierauf gründet es sich nun, daß man alle Elemente nach diesem ihren elektrischen Verhalten in eine sogenannte elektro-chemische Reihe gestellt hat. Das Element an dem einen Ende ist das am stärksten negativ elektrische, das am andern Ende ist das am stärksten positiv elektrische. Die äußersten Glieder der Reihe stehen also im stärksten elektrisch polaren Gegensatze zu einander. Aus diesem Grunde besitzen sie aber auch die stärkste chemische Verwandtschaft zu einander.

Die elektrische Reihe der einfachen Stoffe ist, mit Weglassung der weniger bekannten, folgende:

Sauerstoff.	Gold.	Magnium.
Schwefel.	Kupfer.	Calcium.
Stickstoff.	Zink.	Strontium.
Chlor.	Wasserstoff.	Barium.
Phosphor.	Mangan.	Natrium.
Kohle.	Alumium.	Kalium.

Das erste und das letzte Element in dieser Reihe befinden sich, wie schon bemerkt, im stärksten polarischen Gegensatze zu einander. Je näher aber ein Paar Elemente in dieser Reihe einander stehen, desto schwächer wird auch ihr polarischer Gegensatz, desto schwächer ist aber auch ihre chemische Verwandtschaft. Schließen zwei Elemente dieser Reihe eine chemische Verbindung mit einander, so zeigt dann das zuerst in der Reihe kommende den negativ-elektrischen Zustand und das später folgende den positiv-elektrischen. Tritt z. B. Chlor mit Sauerstoff in Verbindung, so bleibt der Sauerstoff negativ-elektrisch, und Chlor übernimmt die positiv-elektrische Rolle. Umgekehrt ist es dagegen, wenn Chlor mit Natrium zu Kochsalz sich verbindet.

Säuren, Basen und Salze.

Bis daher ist meist nur von Körpern die Rede gewesen, welche blos aus zwei Elementen zusammengesetzt sind. Man nennt sie kurzweg **einfach zusammengesetzte** Körper oder Verbindungen erster Ordnung. Diese Körper lassen sich einer besonderen Eigenschaft wegen leicht in 2 Arten theilen.

Versuch. Man halte einen Streifen blauen Lackmuspapiers*) in

*) Dieses blaue Lackmuspapier kann man sich selbst herstellen, wenn man 1 Loth Lackmus mit 6 Loth Wasser übergießt und in einem Fläschchen an einen warmen Ort stellt, bis die Flüssigkeit dunkelblau sich gefärbt hat. Zugleich wird sich auf dem Boden des Fläschchens ein Absatz gebildet haben. Durch vorsichtiges Abgießen scheidet man die Flüssigkeit von diesem Niederschlage und zieht nun durch die erhaltene Lackmustinktur Streifen von Briefpapier mehre Male hindurch, bis sie ebenfalls eine blaue Farbe angenommen haben. — Setzt man dieser Lackmustinktur so viel Citronensaft zu, daß sie eine rothe Farbe annimmt, dann kann man sich gleich auch rothes Lackmuspapier verschaffen.

Schwefelsäure oder in die schweflige Säure, welche luftförmig beim Brennen des Schwefels entweicht, und — er wird sich roth färben. Oder man bringe ein Stückchen (angefeuchtetes) blaues Lackmuspapier in ein Sauerstofffläschchen, in welchem durch Verbrennen von Kohle Kohlensäure, oder durch Verbrennung von Phosphor Phosphorsäure entstanden ist, oder bringe einen Tropfen Essig darauf, so wird sich dieselbe Erscheinung zeigen.

Kurz, es giebt eine große Anzahl zusammengesetzter Körper, welche die Eigenschaft besitzen, blaues Lackmuspapier **roth** zu färben. Man bezeichnet sie mit dem Namen **Säuren**, weil die meisten von ihnen sauer schmecken. Es sind diejenigen Oxyde, welche sich am Pluspol der galvanischen Batterie häufen, also elektro-negative Oxyde, und meist sind es die Oxyde der Metalloide.

Versuch. Hält man einen Streifen blaues Lackmuspapier in Kalkwasser, so bleibt seine Farbe unverändert. Man halte dagegen einen rothen Streifen Lackmuspapier in dasselbe, so wird er blau gefärbt werden. Dasselbe geschieht, wenn man den rothen Streifen in angefeuchtete Asche bringt. Diese andere Art der Körper zeigt also gerade eine den vorigen entgegengesetzte Eigenschaft. Jene verwandeln die blaue Pflanzenfarbe in Roth, und diese stellen die **blaue** Farbe wieder her. Man nennt diese, im Gegensatze zu jenen, **Basen**. Im Allgemeinen kann man sich merken, daß die Metalle, mit Sauerstoff verbunden, meist Basen geben. Diese Oxyde sammeln sich nur am negativen Pole der Batterie, und sind also elektro-positive Oxyde. —

Die einfach zusammengesetzten Körper sind also theils Säuren, theils Basen. Lösliche Stoffe, welche die Farbe des Lackmuspapiers nicht verändern, wie z. B. Wasser und Weingeist, nennt man indifferente Stoffe.

Daß die Säuren die blaue Pflanzenfarbe in Roth, und die Basen sie wieder in Blau verwandeln, ist aber noch keineswegs die Hauptsache. Viel beachtenswerther ist die Erscheinung, **daß die Säuren und Basen eine große Neigung haben, sich chemisch zu neuen, doppelt zusammengesetzten Körpern mit einander zu verbinden.** Diese Neigung kann man als nothwendige Folge ihrer entgegengesetzten elektrischen Zustände betrachten. Den aus der Verbindung einer Säure mit einer Base entstandenen Körper nennt man ein **Salz**. Der Chemiker bezeichnet also mit dem Namen „Salz" sehr viele Körper, welchen wir im gewöhnlichen Leben nicht diesen Namen geben.

Versuch. Man gieße auf ein Stückchen gebrannten Kalk etwas Schwefelsäure. Die Schwefelsäure wird im Kalke verschwinden und mit demselben einen neuen Körper, den wir schwefelsauren Kalk oder Gyps nennen, bilden.*) Der Kalk ist eine Base, die Schwefelsäure eine Säure, beide vereinigt geben ein Salz. Die chemische Bezeichnung geschieht in

---

*) Dabei muß man blaues und rothes Lackmuspapier zur Hand haben, um zu erfahren, ob die entsprechende Menge der Säure angewendet ist. Dieß ersieht man, wenn keins von beiden Papieren seine Farbe darin mehr ändert, und es heißt die Verbindung nun neutral. Säure und Base sind neutralisirt.

folgender Weise: $CaO + SO_3$. Man weiß schon, das CaO den Kalk und SO_3 die Schwefelsäure bezeichnet. Beide Ausdrücke werden nun durch das Zeichen + verbunden.

Bringt man in ein Gläschen, das Kalkwasser enthält, Kohlensäure, schüttelt es um und läßt es dann ruhig stehen, so setzt sich bald ein weißes Pulver ab. Dieses weiße Pulver ist eine Verbindung von Kalk und Kohlensäure (kohlensaurer Kalk oder Kreide), und dieses Experiment ist ebenfalls ein Beispiel von der chemischen Verwandtschaft der Säuren und Basen. Der Chemiker schreibt statt Kreide $CaO + CO_2$.

Nähere und entferntere Bestandtheile. Alle diese doppelt zusammengesetzten Körper oder Verbindungen zweiter Ordnung bestehen demnach aus einer Säure und einer Base, und wenn man sie zerlegt, so kann man sie zunächst auch nur in diese beiden Bestandtheile zerlegen.*) Aus diesen können erst weiter die ganz einfachen Stoffe ausgeschieden werden. Jene Bestandtheile heißen deßhalb die näheren und diese die entfernteren Bestandtheile. Z. B. Kupfervitriol ($CuO + SO_3$) läßt sich zunächst nur in Kupferoxyd und Schwefelsäure (nähere Bestandtheile) zerlegen, das Kupferoxyd aber weiter in Kupfer und Sauerstoff, und die Schwefelsäure in Schwefel und Sauerstoff. Kupfer, Schwefel und Sauerstoff sind mithin die entfernteren Bestandtheile des Kupfervitriols. —

Um die Vorstellung von Säuren, Basen und Salzen in uns noch mehr zu befestigen, betrachten wir in der Kürze einige dieser Körper. Wir werden dabei auf manchen uns schon bekannten stoßen, wenigstens auf solche, deren Namen wir im gewöhnlichen Leben schon oft gehört haben.

Einige Säuren.

Es giebt nicht nur tropfbar flüssige, sondern auch luftförmige und feste Säuren. In den meisten Säuren ist stets einer der beiden Bestandtheile Sauerstoff. In manchen jedoch ist statt des Sauerstoffs Wasserstoff enthalten und man nennt sie daher Wasserstoffsäuren, zum Unterschiede von Sauerstoffsäuren. Von der luftförmigen Kohlensäure (CO_2) und der festen Phosphorsäure (PO_5) ist schon vorher ausreichend genug gesagt worden, so daß wir sie hier füglich übergehen können. Wir wählen aus der Menge der Säuren nur noch die Salpetersäure, Schwefelsäure und Salzsäure aus.

1) Die **Salpetersäure** ist eine wasserhelle, rauchende Flüssigkeit, gebildet aus Stickstoff und Sauerstoff und zwar in der Weise, daß 1 Atom Stickstoff verbunden ist mit 5 Atomen Sauerstoff. Ihre chemische Bezeichnung ist daher NO_5. Zugleich ist in der Salpetersäure auch eine gewisse Menge Wasser chemisch gebunden, ohne welches sie nicht bestehen kann.

---

*) Geschieht diese Zerlegung mittelst Elektrizität, so tritt die Base stets an den Minuspol, die Säure an den Pluspol, und es ist eingeführt, den elektropositiven Körper (Base) in der Formel links, den elektro-negativen Körper (Säure) rechts zu schreiben.

In der Natur kommt sie nicht für sich allein, sondern immer nur mit anderen Körpern verbunden vor, z. B. mit Kali (KO). Diese Verbindung der Salpetersäure mit Kali heißt salpetersaures Kali oder kurzweg Salpeter. Aus dem Salpeter wird meist auch die Salpetersäure hergestellt auf folgende Weise:

Versuch. In einer kleinen Retorte gießt man auf etwa 1 Gramm gestoßenen Salpeter ($KO + NO_5$) 1 Gramm englische Schwefelsäure und legt die Retorte in ein eisernes Schälchen auf Sand. Dann setzt man die Retorte mittelst einer Röhre mit einem andern Gefäße (Kolben) in Verbindung, das in kaltem Wasser liegt und mit kaltem Wasser begossen wird. Erhitzt man nun die Retorte, so sammelt sich in dem andern Gefäße eine Flüssigkeit, das ist Salpetersäure. Die Schwefelsäure verbindet sich nämlich mit dem Kali des Salpeters, dadurch wird die Salpetersäure frei und geht, von der Hitze in Dampf verwandelt, in das andere Gefäß, wo sie wieder verdichtet wird.

Die Salpetersäure hat große Neigung, sich mit Metalloxyden (Metalle, die mit Sauerstoff verbunden sind) zu verbinden. Die durch diese Verbindungen entstandenen Salze sind im Wasser löslich. Daher wendet man die Salpetersäure zum Blankmachen der Metalle an, wenn diese an ihrer Oberfläche sich oxydirt, d. h. mit Sauerstoff verbunden und dadurch ihr glänzendes Aussehen verloren haben. Doch ist diese Anwendung für den gewöhnlichen Gebrauch nicht zu empfehlen.

Auch werden die meisten Metalle von ihr aufgelöst. Das geht so zu: Uebergießt man z. B. Blei mit Salpetersäure, so giebt ein Theil derselben seinen Sauerstoff an das Blei ab und oxydirt das Blei. Ein anderer Theil der Säure verbindet sich nun mit dem Bleioxyd zu einem Salze, und dieses Salz bleibt in der noch übrigen Säure aufgelöst. Ein gleicher Vorgang findet statt, wenn man in ein Probirgläschen etwas Salpetersäure gießt und ein wenig Kupferfeile hineinstreut. Gold ist in ihr nicht auflöslich. Deshalb benutzte man früher die Salpetersäure, um Gold und Silber voneinander zu scheiden, und nannte sie Scheidewasser.

Die Salpetersäure ist überhaupt sehr geneigt, einen Theil ihres Sauerstoffes abzugeben und dann entsteht farbloses Stickstoffoxydgas (NO_2), welches aus der Atmosphäre wieder Sauerstoff aufnimmt und zu salpetriger Säure wird. Die salpetrige Säure (NO_3) ist ein rothgelber Dampf, der beim Einathmen auf die Lunge sehr nachtheilig wirkt. Sie oxydirt aber nicht nur Metalle, sondern auch Nichtmedalle und organische Stoffe. Daher zerstört sie schnell die Farbestoffe und färbt die Zeuge gelb. Die Farbe ist dabei so vollkommen zerstört, daß man solche Flecken auf Kleidern nicht so, wie bei anderen Säuren, durch Ammoniak entfernen kann.

Wenn Salpetersäure salpetrige Säure in sich aufgesaugt hat und also ein Gemisch dieser beiden Säuren entstanden ist, so nennt man sie rauchende Salpetersäure.

Eine Verbindung von 1 Atom Stickstoff und 1 Atom Sauerstoff heißt Stickstoffoxydul (NO) und ist wegen ihrer berauschenden Wirkungen beim Einathmen unter dem Namen Lustgas bekannt.

2) Die **Schwefelsäure**, ein flüssiger Körper, ist unter allen Säuren die bekannteste und zugleich auch für den Chemiker und im gewerblichen Leben die wichtigste. Ihres häufigen Gebrauches wegen wird sie in großen Mengen bereitet und bildet einen bedeutenden Handelsartikel. Ihre Bereitung geschieht in sogenannten Bleikammern. In einem großen Ofen verbrennt man Schwefel, wobei der Schwefel, wie schon früher bemerkt worden ist, sich mit Sauerstoff zu schwefliger Säure (SO_2) vereinigt. Diese schweflige Säure wird in eine Kammer geleitet, deren Wände aus Bleiplatten bestehen und in welche man zugleich auch Dämpfe von Salpetersäure (NO_5) einströmen läßt. Die schweflige Säure entzieht nun der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs und wird zu Schwefelsäure (SO_3). Die Salpetersäure hat sich dagegen in Stickstoffoxyd verwandelt. Läßt man nun aber in die Bleikammer auch Luft einströmen, so verbindet sich sofort wieder das Stickstoffoxyd mit Sauerstoff zu salpetriger Säure, die nun immer wieder an die neu einströmende schweflige Säure einen Theil ihres Sauerstoffs abgiebt und diese in Schwefelsäure verwandelt. Da man in die Kammer, um den Vorgang zu bewerkstelligen, auch hat Wasser gießen müssen, so ist die gewonnene Schwefelsäure sehr verdünnt und muß noch in Glas- oder Platingefäßen eingedampft werden. Ein Theil des Wassers bleibt aber in der Schwefelsäure zurück, und man nennt diese Art von Schwefelsäure, in welcher 1 Atom derselben mit 1 Atom Wasser verbunden ist, englische oder wasserhaltige Schwefelsäure ($SO_3 + HO$).

Wird der Schwefelsäure alles in ihr enthaltene Wasser entzogen, so wird sie zu einer farblosen, krystallinischen Masse, die den Namen wasserfreie Schwefelsäure führt.

Mischt man solche wasserfreie Schwefelsäure mit englischer, so entsteht eine bräunlich gefärbte Flüssigkeit, die rauchende Schwefelsäure oder das sogenannte Vitriolöl (Nordhäuser Schwefelsäure). Die in dem Vitriolöl enthaltene wasserfreie Schwefelsäure verdampft nämlich sehr leicht und verbindet sich mit den Wasserdünsten der Luft zu englischer Schwefelsäure, die hier in Gestalt eines weißlichen Dampfes erscheint. Daher der Name rauchende.

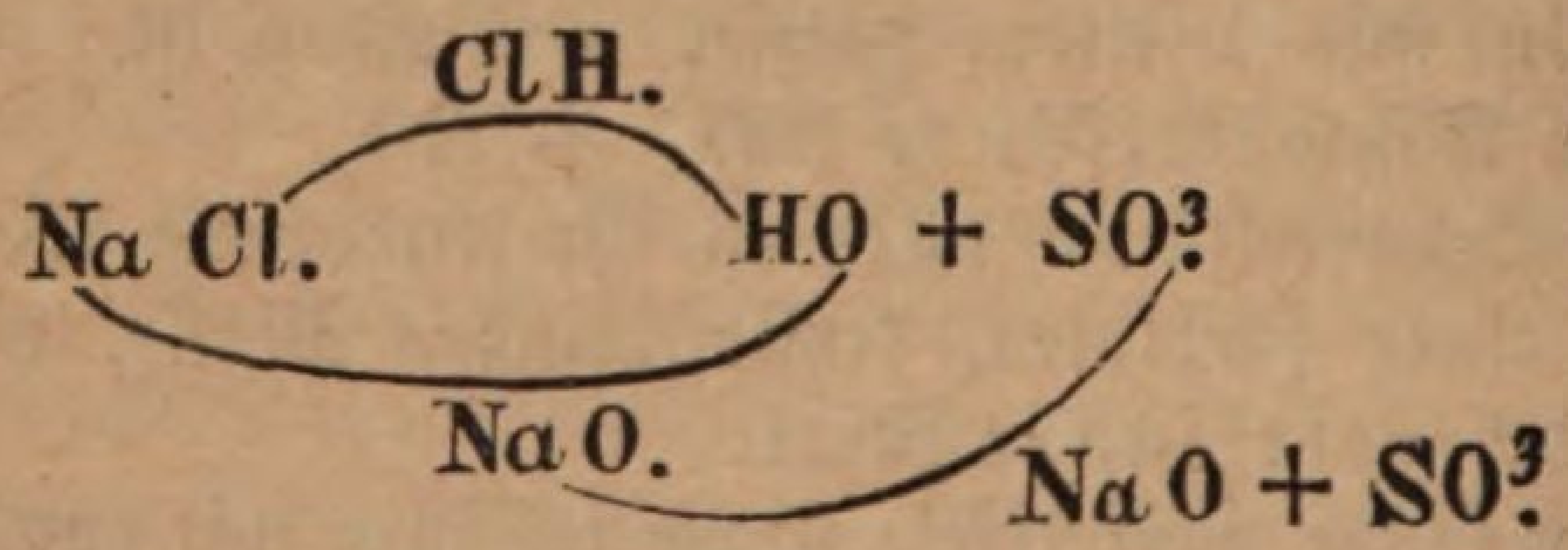
Merkwürdig ist die Schwefelsäure wegen ihrer großen Begierde, sich mit immer noch mehr Wasser zu versehen. Sie entreißt sogar thierischen und Pflanzenkörpern den Wasserstoff und Sauerstoff, um sich mit diesen beiden (zu Wasser vereinigten) Stoffen zu verbinden. Gießt man daher Schwefelsäure z. B. auf Holz, so wird es zerstört und erhält ein geschwärztes Aussehen, weil sie dem Holze den Sauer- und Wasserstoff entzieht und nur der Kohlenstoff zurückbleibt. Sie verkohlt das Holz, wie es beim Verbrennen verkohlt. Wegen dieser Eigenschaft ist die Schwefelsäure ein sehr gefährlicher Körper und man kann sich Hände und Kleider ꝛc. damit verbrennen.

Ferner hat sie eine sehr große Verwandtschaft zu allen Metalloxyden und ist daher geschickt, die meisten Metalle aufzulösen. Bringt man zu Metalloxyden, die mit einer andern Säure verbunden sind, z. B. zu kohlensaurem oder phosphorsaurem Kalke Schwefelsäure, so wird jene Säure sofort von dieser verdrängt. Hierauf beruht die großartige An-

wendung der Schwefelsäure. Um daher andere Säuren aus ihren Verbindungen abzuscheiden und zu gewinnen, wird fast bei allen die Schwefelsäure angewendet. Man kann sich eine Vorstellung von dem Verbrauche der Schwefelsäure machen, wenn man hört, daß es Fabriken giebt, die jährlich 20, 30, ja 100 tausend Centner erzeugen.

Die Verbindungen der Schwefelsäure mit Metalloxyden nennt man Vitriole. Z. B. Kupfervitriol, ein blaues Salz, ist eine Verbindung von Kupferoxyd mit Schwefelsäure; das Eisenvitriol, ein schönes grünes Salz, eine Verbindung derselben mit Eisenoxydul.

3) Die **Salzsäure** (ClH), ein Gas, aber in Wasser gelöst eine farblose saure Flüssigkeit, ist eine Wasserstoffsäure*) und besteht aus einer Verbindung von Chlor und Wasserstoff. Man kann sie leicht darstellen, wenn man gewöhnliches Kochsalz, das aus Chlor und Natrium besteht, mit wasserhaltiger Schwefelsäure übergießt. Der Vorgang ist dann der, daß die Schwefelsäure das Natrium treibt, sich mit Sauerstoff, welchen es dem Wasser entreißt, zu Natron zu verbinden. Dadurch werden Chlor und Wasserstoff frei und vereinigen sich zu Salzsäure. Mit dem entstandenen Natron verbindet sich die Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron (Glaubersalz). Die folgende Darstellung wird den Vorgang noch mehr versinnlichen:



Man benutzt sie hauptsächlich zur Darstellung der Chlormetalle. Weil sie Metalloxyde leicht löst, verwendet man sie auch zum Reinigen metallner Gegenstände, indem man dieselben mit einem Lappen, der mit Salzsäure angefeuchtet ist, reibt (dann aber die Salzsäure schnell wieder abspült).

Das Chlor selbst ist ein auf die Athmungsorgane schädlich wirkendes Gas, das eine große Begier zeigt, sich mit Wasserstoff zu verbinden. Daher benutzt man das Chlorgas, um andere übelriechende und nachtheilige Gase, die immer Wasserstoff enthalten, zu zerstören und auf diese Weise die Luft zu reinigen. Aus demselben Grunde zerstört es auch die Pflanzenfarben und wird deswegen beim Bleichen angewendet. Die Anwendung muß aber mit Vorsicht geschehen, damit nicht die Zeuche selbst von ihm zersetzt werden. Man darf nur etwas Chlorkalk mit ungefähr zwanzigmal so viel Wasser, dem Gewichte nach, übergießen und dann ein mit Pflanzenfarben gefärbtes Stück Zeuch hineinlegen, so wird man schon nach einigen Stunden bemerken, daß die Farben bleicher geworden sind. Setzt man einige Tropfen verdünnte Schwefelsäure der Flüssigkeit zu,

---

*) Auch die Verbindungen von Schwefel, Jod, Brom, Fluor mit Wasserstoff nennt man Wasserstoffsäuren, also: HS, HI, HBr, HF.

so verbleichen die Farben noch schneller und das Zeuch erscheint nach längerer Zeit ganz zerfressen.

Ein Gemisch von Salzsäure und Salpetersäure nennt man Königswasser, das zum Auflösen des Goldes benutzt wird.

Einige Basen und Salze.

Die Basen sind also einfach zusammengesetzte Körper, welche die Eigenschaft haben, sich mit Säuren zu doppelt zusammengesetzten Körpern, zu Salzen, zu verbinden. Wir erwähnen hier bei den Basen zugleich auch ihre Salze. Nach den Graden ihrer Löslichkeit im Wasser werden die basischen Oxyde eingetheilt:

in Alkalien,
in alkalische Erden,
in eigentliche Erden und
in Oxyde der Schwermetalle.

1) **Kali** (KO) stellt verbunden mit Wasser (Aetzkali) einen weißen harten Körper dar und ist eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem silberglänzenden Leichtmetalle Kalium, das, in's Wasser geworfen, dem es den Sauerstoff entreißt und sich mit demselben verbindet, eine violette Flamme giebt. Wenn sich das Kali mit Kohlensäure chemisch vereinigt hat, so führt das dadurch entstandene Salz den Namen **Pottasche**. ($KO + CO_2$).

Die Pottasche findet sich in der Asche des Holzes. Man erhält sie, wenn man durch Holzasche heißes Wasser filtrirt, welches die Pottasche auflöst und mit fortnimmt (Lauge). Dampft man dann die Flüssigkeit ein, so bleibt eine graue Masse, rohe Pottasche, zurück. Aus der gereinigten Pottasche gewinnt man Kali, wenn man einer wässerigen Auflösung von Pottasche so lange gebrannten Kalk zusetzt, bis dieser der Pottasche alle Kohlensäure entzogen hat. Der Kalk verwandelt sich auf diese Weise in kohlensauren Kalk und setzt sich als ein weißes Pulver ab, während das Aetzkali aufgelöst bleibt und durch Abdampfen des Wassers gewonnen wird.

Löst man etwas Pottasche in heißem Wasser auf und tröpfelt dann ein wenig Salpetersäure zu, so entweicht der Pottasche die Kohlensäure und das Kali verbindet sich mit der Salpetersäure zu salpetersaurem Kali ($KO + NO_5$), dem **Salpeter**. Läßt man das heiße Wasser, in welchem der Salpeter gelöst sich befindet, etwas abdampfen, filtrirt dann die Flüssigkeit heiß und stellt sie zum langsamen Abkühlen ruhig hin, so erscheint der Salpeter in länglichen Krystallen. Bekanntlich wird der Salpeter zur Bereitung des Schießpulvers, einem Gemenge von 76 Theilen Salpeter, 11 Schwefel und 13 Kohle, benutzt. Beim Verbrennen des festen Schießpulvers bilden sich dann mehrere Gase, Stickstoff, Kohlensäure, schweflige Säure, die plötzlich und mit Gewalt einen tausendmal größeren Raum einzunehmen streben und auf diese Weise die furchtbaren Wirkungen des Pulvers hervorbringen.

Wird Kali mit Kieselsäure verbunden, indem man Kali mit Sand, der eben Kieselsäure enthält, zusammen schmilzt, so bekommt man kiesel=

saures Kali ($KO + SiO_3$). Statt des Kali kann man auch Pottasche nehmen, weil die Kieselsäure die Kohlensäure austreibt und sich mit dem Kali der Pottasche verbindet. Das kieselsaure Kali ist glasartig. Man findet es als Bestandtheil in vielen Mineralien, namentlich im Feldspath, bei dessen Verwitterung die atmosphärische Kohlensäure das kieselsaure Kali zersetzt und sich als kohlensaures Kali im Boden verbreitet.

Das schwefelsaure Kali ist ein Bestandtheil des Alaun. Die Verbindung des Kali mit Chlorsäure heißt chlorsaures Kali ($KO + ClO_5$), mit Oxal= oder Kleesäure oxalsaures Kali ($KO + C_2 O_3$). Hat sich das Kali mit der doppelten Menge von Oxalsäure verbunden, so wird die Verbindung saures oxalsaures Kali oder Kleesalz genannt. Man nennt überhaupt derartige Verbindungen saure Salze.

2) **Natron** (NaO) ist eine Verbindung von Natrium und Sauerstoff. Das Natrium selbst ist ein dem Kalium sehr ähnliches Metall und giebt mit Chlor verbunden unser gewöhnliches Kochsalz ($NaCl$). Im warmen Wasser entzündet es sich mit gelber Flamme.

Löst man Kochsalz in Wasser auf und läßt das Wasser dann an einem warmen Orte verdunsten, so krystallisirt das Salz in kleinen regelmäßigen Würfeln. In gleicher Weise gewinnt man das Kochsalz, indem man das Wasser der Salzquellen 2c. an der Luft oder in großen Siedpfannen verdampft.

Gießt man auf Kochsalz Schwefelsäure, so entweicht das Chlor als Chlorwasserstoff aus dem Kochsalze und die Schwefelsäure verbindet sich mit dem dabei freigewordenen Natron zu schwefelsaurem Natron ($NaO + SO_3$), gewöhnlich nach seinem Entdecker **Glaubersalz** genannt. Dasselbe enthält zugleich viel Wasser;*) geht ihm das Wasser verloren, so zerfällt es zu Pulver, d. h. es verwittert.

Mengt man unter solches wasserfreies Glaubersalz Kohlenpulver und erhitzt es (auf einer Kohle mit Hilfe des Löthrohrs), so entreißt die Kohle sowohl dem Natron, als auch der Schwefelsäure den Sauerstoff und entweicht nun als Kohlenoxydgas. Dagegen verbinden sich Natrium und Schwefel zu Schwefelnatrium oder Schwefelleber.

Zerreibt man Schwefelnatrium mit gleichviel Kreide in einem Mörser und erhitzt es dann wieder, so erhält man eine zusammengebackene Masse, die man mit Wasser kocht und dann filtrirt. Nach dem Verdampfen der abfiltrirten Flüssigkeit bleibt ein weißliches Pulver zurück, das ist kohlensaures Natron ($NaO + CO_2$), auch **Soda** genannt. Der Kalk in der Kreide hat sich nämlich mit dem Schwefel des Schwefelnatriums zu Schwefelkalk, die Kohlensäure der Kreide dagegen mit dem Natron zu Soda verbunden. Gewöhnlich stellt man Soda auf die Weise dar, daß man schwefelsaures Natron mit kohlensaurem Kalke und Kohle glüht. Dann verbindet sich eben das Natron des schwefelsauren Natron mit der Kohlensäure des kohlensauren Kalkes zu Soda.

---

*) Man nennt das mit manchen Körpern chemisch verbundene Wasser Hydratwasser; das mit Salzen verbundene Wasser aber Krystallwasser.

Neutralisirt man im Wasser aufgelöste Soda, also $NaO + CO_2$, mit Salzsäure (ClH), so entweicht die Kohlensäure und die zurückbleibenden Bestandtheile wechseln sich gegenseitig aus. Es entsteht Kochsalz ($Na\,Cl$) und Wasser (HO).

Wenn man einer gesättigten Lösung von Soda noch mehr Kohlensäure zuführt, so nimmt sie noch ein Mischungsgewicht Kohlensäure auf und wird zu doppelt kohlensaurem Natron ($NaO + 2\,CO_2$), das sich in der Lösung größtentheils krystallinisch ausscheidet. Mit Weinsteinsäure bildet es das sogenannte Brausepulver, das, wenn man es im Wasser löst, ein Brausen verursacht. Das Natron verwandelt sich in weinsaures Natron und das Entweichen der vielen Kohlensäure bewirkt eben das Brausen. Man wendet das doppelt kohlens. Natron auch an, um in Fruchtspeisen, z. B. Muß von sauren Aepfeln, einen Theil der Säure zu neutralisiren.

Die Soda wird in den großen Sodafabriken in bedeutenden Mengen bereitet und eben so wie die Pottasche zur Bereitung der Seife benutzt.

Durch Zusammenschmelzen der Soda mit Sand (Kieselerde) entsteht kieselsaures Natron, ebenfalls ein glasartiger Körper (Wasserglas), wie das kieselsaure Kali. Wer erinnert sich hierbei nicht an die Glasbereitung? Wenn man der Pottasche oder der Soda noch Kalk oder Bleioxyd und Sand zusetzt, so erhält man unser gewöhnliches Glas. In den Glasfabriken werden Pottasche, Soda, Kiesel, Kalk und Bleiglätte gemahlen, gemengt und so lange erhitzt, bis sie die flüssige Glasmasse darstellen.

3) **Ammoniak** (NH_3) ist eine stechend riechende Luftart und giebt in Verbindung mit Wasser den bekannten Salmiakgeist ($NH_3 + HO$). Man gewinnt es unter andern aus thierischen Stoffen, z. B. Knochen 2c. Diese Stoffe enthalten Stickstoff und Wasserstoff, welche bei Erhitzung frei werden und sich dann mit einander chemisch zu Ammoniak verbinden. Wenn thierische Stoffe verfaulen, so bildet sich immer aus den frei werdenden Elementen auch Ammoniak und dasselbe ist es, welches den unangenehmen Geruch in Ställen und bei Düngerstätten erzeugt.

Gießt man in eine Ammoniakflüssigkeit Salzsäure, so erhält man nach dem Abdampfen ein weißes Salz: Chlorwasserstoff-Ammoniak ($NH_3 + Cl\,H$), das unter dem Namen Salmiak bekannt ist. Eben so verbindet sich das Ammoniak auch mit andern Säuren, Kohlensäure, Salpetersäure 2c., zu Salzen. Diese Ammoniaksalze, welche immer bei der Verwesung oder Fäulniß todter Thiere entstehen, sind als Nahrungsstoffe für die Pflanzenwelt von unersetzlichem Werthe. Im Tode der Pflanzen und Thiere liegen die Bedingungen zur Bildung neuer lebendiger Wesen.

4) **Calciumoxyd** (CaO) ist die bekannte Kalkerde (alkalische Erde, schwerlöslich im Wasser), kurzweg Kalk genannt. Sie macht in ihren Verbindungen mit Säuren einen Hauptbestandtheil der ganzen Erdmasse aus, wie z. B. das kohlensaure Calciumoxyd große Gebirge und unseren gewöhnlichen Kalk- oder Kreideboden bildet. Das Calcium selbst ist

ein silberweißer Körper, den man für sich bestehend, wie manche andere Elemente, in der Natur nicht findet.

Unsere gewöhnlichen Kalksteine*) bestehen, eben so wie Marmor Kreide ꝛc., aus kohlensaurem Kalke ($CaO + CO_2$). Durch Erhitzen, wie das im Großen in den Kalköfen geschieht, wird aus Kalksteinen die Kohlensäure getrieben und man erhält eigentlichen Kalk (Aetzkalk), den gebrannten Kalk, der sich durch sein grauweißes Aussehen zu erkennen giebt. Derselbe hat große Neigung, sich chemisch mit Wasser zu verbinden und dieses Verbinden geht unter beträchtlicher Erhitzung vor sich, weshalb man mit ungelöschtem Kalke auch vorsichtig sein muß. Solcher mit Wasser verbundene Kalk ($CaO + HO$) heißt dann gelöschter Kalk (Kalkhydrat).**) Gießt man diesem noch mehr Wasser zu, so erhält man eine weiße Flüssigkeit, Kalkmilch, aus welcher sich der Kalkbrei absetzt.

Der Kalk, wegen seiner ätzenden Eigenschaft***) auch Aetzkalk genannt, dient mit Sand gemischt als Mörtel, d. h. als Bindemittel der Steine. Der zwischen die Steine gestrichene Kalk zieht nämlich aus der Luft Kohlensäure ein und es bildet sich dadurch ein sehr festes Gemisch von wasserhaltigem und kohlensaurem Kalke. Zugleich geht auch eine chemische Verbindung der Kieselsäure des Sandes und der Steine mit dem Kalke vor sich, die nun eben dem Zusammenhange der Steine eine so große Festigkeit verleiht.

Im Wasser ist der kohlensaure Kalk unlöslich, wird aber löslich darin, wenn es freie Kohlensäure enthält. Alles Quellwasser enthält etwas Kohlensäure, und daher findet sich auch fast in allem Wasser kohlensaurer Kalk aufgelöst. Solches Wasser heißt hartes Wasser. Wenn die Kohlensäure aus dem Wasser entweicht, so setzt sich der kohlensaure Kalk ab und bildet, wenn solches Wasser durch Felsenspalten sickert, den sogenannten Tropfstein in den Tropfsteinhöhlen. Bei stark kalkhaltigem Wasser entstehen in den Kochgeschirren auf gleiche Weise Krusten von kohlensaurem Kalke, sogenannter Kesselstein.

Kohlensaurer Kalk ist auch ein Bestandtheil der Thierknochen, der Eierschalen, der Gehäuse der Muschelthiere ꝛc. und muß deshalb von den meisten Thieren als Nahrung mit aufgenommen werden. Die meisten Pflanzen enthalten ihn.

Kalk mit Schwefelsäure verbunden giebt den schwefelsauren Kalk oder den Gyps $CaO + SO_3$) †), der eben so wie der kohlensaure Kalk ganze Gebirgszüge bildet und in seiner schönsten Gestalt Alabaster

---

*) Durch Beimengung färbender Stoffe verschieden gefärbt vorkommend.

**) Unter Hydrat versteht man überhaupt eine Säure oder eine Base, die chemisch mit Wasser verbunden ist.

***) Wenn man gebrannten Kalk in Papier wickelt, so ist in kurzer Zeit das Papier zerfressen. Gleiche Wirkung übt er auch auf die Haut aus, und in den Gerbereien benutzt man die Kalkmilch, um von den Thierhäuten die Haare leichter abreiben zu können.

†) Da im Gyps auch Wasser enthalten ist, so heißt die Formel genauer $CaO\ SO_3 + HO$.

heißt. Er enthält zugleich auch Krystallwasser, welches man ihm durch gelindes Glühen entziehen kann. Wird der gebrannte Gyps gemahlen und zu einem Brei gerührt, so liefert er das Material zu den Gypsfiguren. Er verbindet sich dann wieder chemisch mit Wasser und wird nach einiger Zeit zu einer harten Masse. Gyps ist auch ein sehr nützliches Düngemittel, besonders für Klee.

Der Chlorkalk, ein weißes Pulver, wird beim Bleichen benutzt, weil die Kohlensäure der Luft ihn zersetzt und das Chlor frei macht, dessen Wirkungen auf die Pflanzenstoffe schon oben angegeben wurden. Desgleichen benutzt man ihn zum Räuchern, weil das Chlor die übelriechenden Stoffe zersetzt. Aus Chlorkalk und Spiritus wird das Chloroform bereitet, eine wasserhelle Flüssigkeit, deren Dämpfe einen Zustand der Bewußtlosigkeit hervorrufen.

Der phosphorsaure Kalk macht die Hauptmasse der Thierknochen aus. Der kieselsaure Kalk wird bei der Bereitung des Glases gebraucht. Der salpetersaure Kalk erzeugt sich zuweilen an den Mauern der Grüfte und wird dann Mauersalpeter genannt. U. s. w.

5) **Baryterde** (BaO) ist eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem silberweißen Metalle Barium, das an der Luft mit röthlicher Flamme verbrennt. Schwefelsaure Baryterde kommt im natürlichen Zustande als Schwerspath vor. Die salpetersaure Baryterde benutzt man zur Erzeugung eines grünen Feuers.

6) **Strontianerde** (SrO) hat zur Grundlage das Metall Strontium, dessen Dämpfe die Eigenschaft besitzen, den Feuerflammen eine schöne rothe Färbung zu ertheilen.

7) **Magnesia,** Bittererde oder Talkerde (MgO) ist das Oxyd des Magniums, eines häufig als Bestandtheil ganzer Gebirgsmassen vorkommenden Elementes. Kieselsaure Magnesia findet sich im Talke, Meerschaume, Speckstein, Serpentin ꝛc. und macht, daß alle diese Mineralien sich schlüpfrig oder fettig anfühlen. Die schwefelsaure Magnesia, auch Bittersalz genannt, ist in manchen Mineralwässern enthalten. Löst man etwas Bittersalz in kaltem und ebensoviel Soda in warmem Wasser auf und gießt diese Lösung nach und nach unter Umrühren zur ersteren, so entstehen zwei andre Verbindungen: schwefels. Natron und kohlensaure Magnesia ($MgO + CO_2$), welche sich wegen ihrer Unlöslichkeit aus der Flüssigkeit abscheidet und als ein weißes Pulver abfiltrirt werden kann. Mit kohlensaurem Kalke bildet sie den in großen Massen vorkommenden Dolomit. — Sie wird, wie viele andere Bittererdsalze, die wir hier übergehen müssen, in den Apotheken benutzt.

8) **Thonerde** oder Alaunerde ($Al_2 O_3$) macht neben Kieselerde und Kalk einen Haupttheil der meisten Mineralien aus. So besteht z. B. der schöne blaue Saphir aus reiner Thonerde. Das Alumium, der mit Sauerstoff verbundene Grundstoff der Thonerde, ist in neuerer Zeit als ein festes silberglänzendes Metall dargestellt worden. Die Thonerde klebt an der Zunge und besitzt viel wasserhaltende Kraft, daher Wasser nicht leicht durch Thonerde sickert.

Die schwefelsaure Thonerde giebt in Verbindung mit dem schwefelsauren Kali das Alaun, welches in Färbereien und Druckereien benutzt wird. Unser gewöhnlicher Thon besteht aus kieselsaurer Thonerde ($Al_2 O_3 + 3 SiO_3$), der noch manche andere Metalloxyde beigemengt sind. Aus diesen verschiedenen Beimengungen entstehen die verschiedenen Arten des Thons, wie Töpferthon, Pfeifenthon, Porzellanerde u. s. w. Der Lehm z. B. ist durch beigemengten Eisenrost gelb gefärbt.

Wegen seiner Eigenschaft, im weichen Zustande sich zu Geschirren &c. bilden zu lassen und dann im Feuer zu erhärten, ist der Thon außerordentlich nutzbar geworden. Nach der Verschiedenheit des Hitzegrades beim Brennen und der Reinheit der Thonmassen giebt man den Thonwaaren verschiedene Namen, als Töpferzeug, Steingut, Porzellan &c.

Wir schließen hiermit unsere Betrachtungen über die Säuren, Basen und Salze. Wem dieses Kapitel zu uninteressant erschienen ist, der möge sich damit beruhigen, daß wir gar Vieles noch haben bei Seite liegen lassen. Wie viel wäre nicht noch zu reden gewesen von den Oxyden des Eisens, Kupfers, Bleies, Zinnes &c. und ihren mannigfachen Verbindungen. Der enge Raum dieses Schriftchens nöthigt uns, davon abzusehen. Wer aber nur das hier erwähnte gut verstanden hat, wird sich doch leicht eine Vorstellung bilden können, wenn er von Eisenoxyd, Schwefeleisen, kohlensaurem Eisenoxydul, mangansaurem Kali, Kobaltoxyd, essigsaurem Kupferoxyd, kohlensaurem Bleioxyd, Schwefelquecksilber, Chlorsilber u. s. w. irgend einmal etwas hören oder lesen sollte. Auch haben wir hier nur von Verbindungen erster und zweiter Ordnung geredet. Es giebt aber auch Verbindungen dritter, vierter und sogar noch höherer Ordnungen. Zur Verbindung dritter Ordnung gehört z. B. das Alaun, dessen Formel $Al_2O_3 . SO_3 + KaO . SO_3$ ist.

II. Organische Chemie.

Bekanntlich theilt man alle Körper auf der Erde in organische und unorganische ein. Alle Mineralien sind unorganisch, die Pflanzen und Thiere dagegen bilden die organische Welt. Bis jetzt ist bei unseren chemischen Betrachtungen meist nur von den unorganischen Gebilden die Rede gewesen, aus welchen Bestandtheilen z. B. die Kieselerde, die Thonerde, die Kalkerde u. s. w. bestehen. Der denkende Mensch will aber mehr wissen. Er fragt auch, aus welchen Elementen und in welcher Weise sind die Pflanzenstoffe und die thierischen Stoffe zusammengesetzt. Da hängt am Baume das schöne grüne Blatt. Welche von den 60 Elementen sind es denn, aus denen dieses gebildet ist? Durch die Blätter schimmert die reife, einladende Frucht. Welche Elemente sind's, die uns in der wohlschmeckenden Frucht geboten werden. Dort steht das zur Ernte rufende Saatfeld. Welche Elemente sind es, die uns in den gereiften Aehren eine nahrhafte Speise geben? Hier tritt uns die Thierwelt mit ihren zahllosen Gestalten entgegen. Im thierischen Körper giebt es Knochen, Knorpel, Fleisch, Haut, Blut u. s. w. Aus welchen Elementen mögen diese Bestandtheile des thierischen Körpers zusammengesetzt sein? Auf welche Weise sind hier, in den Theilen der Pflanze und des Thieres, die Grundstoffe aller Dinge mit einander verbunden? Das sind Fragen, auf welche uns die organische Chemie antwortet. **Die organische Chemie beschäftigt sich mit der chemischen Zusammensetzung der Pflanzen- und Thierbestandtheile und mit den chemischen Veränderungen, die im Pflanzen- und Thierkörper vorgehen.**

Die Eigenthümlichkeit der chemischen Verbindungen in den organischen Stoffen.

Bei den unorganischen Stoffen ist es so, daß entweder nur zwei Elemente mit einander sich verbinden, z. B. Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, oder daß ein solcher einfach zusammengesetzter Körper mit einem zweiten solchen Körper zu einem doppelt zusammengesetzten sich vereinigt, z. B. Schwefelsäure (SO_3) mit Natron (NaO) 2c.

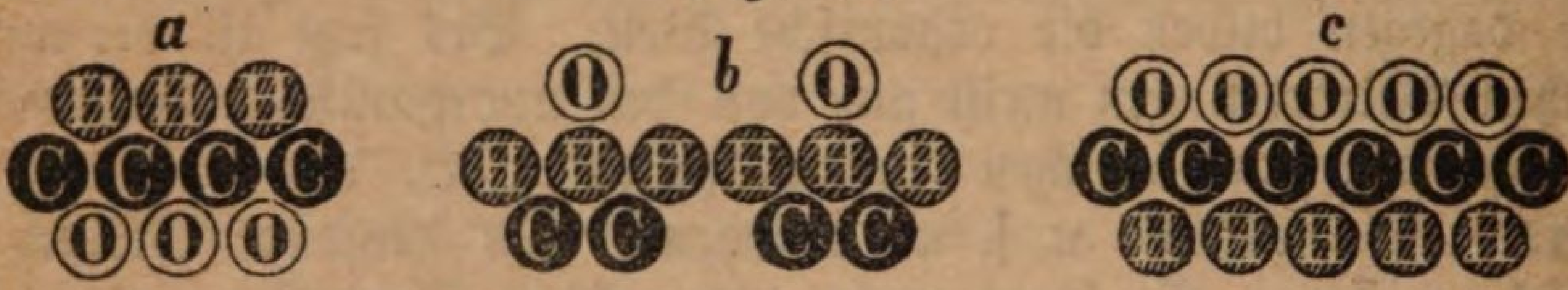
Figur 11.



Wenn man sich durch Zeichnung die Verbindung der einzelnen Atome versinnlicht, so stellen sich ziemlich einfache Gruppen dar. Beim Wasser (Fig. 11. a) ist immer 1 Atom Sauerstoff mit 1 Atom Wasserstoff, bei der Kohlensäure (b) 1 Atom Kohlenstoff mit 2 Atomen Sauerstoff, bei der Schwefelsäure (c) 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauerstoff, beim schwefelsauren Natron (d) eine Schwefelsäure-Gruppe mit einer Natron-Gruppe verbunden.

Anders ist es bei den organischen Verbindungen. Die meisten organischen Stoffe sind aus 3 oder aus 4 oder auch aus noch mehr Elementen zusammengesetzt. Versinnlicht man sich hier die Verbindung der einzelnen Atome, so entstehen viel zusammengesetztere Gruppen.

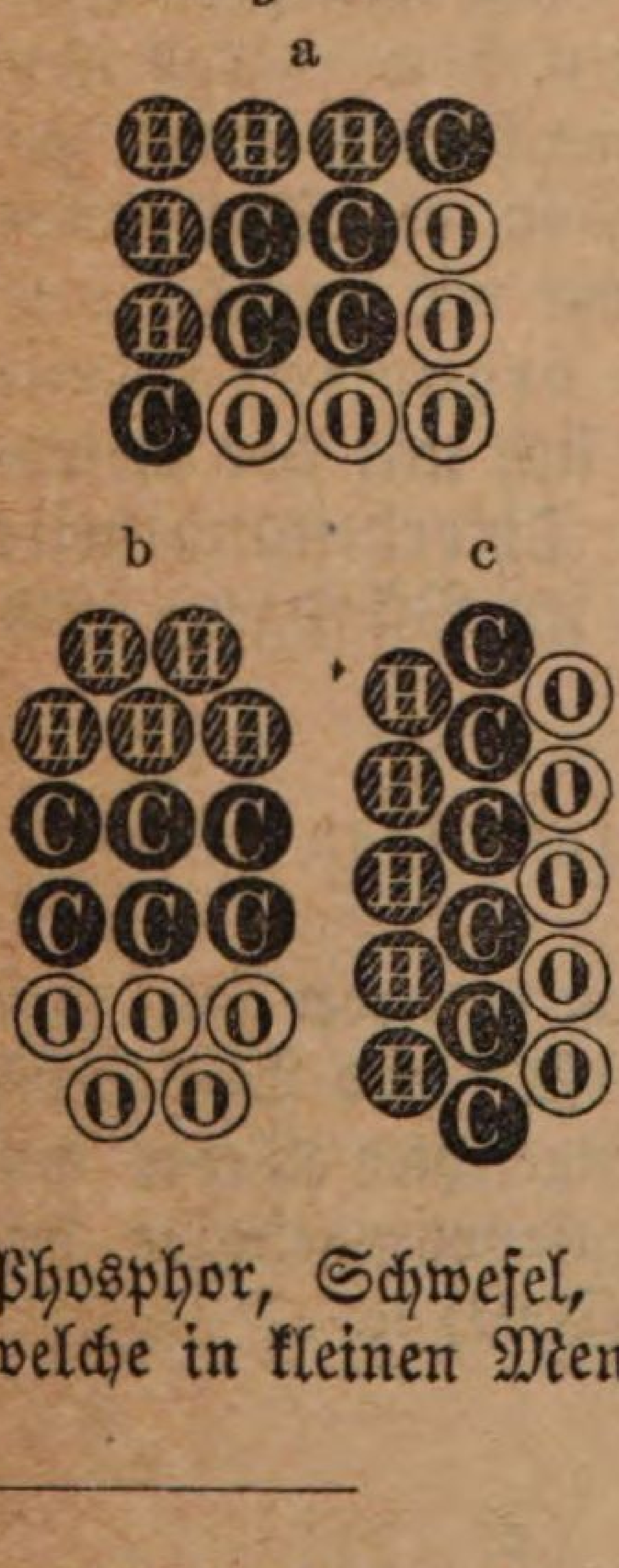
Fig. 12.



Z. B. in der Essigsäure ($C_4H_3O_3$) bilden 3 Atome Wasserstoff, 4 Atome Kohlenstoff und 3 Atome Sauerstoff eine Atomgruppe (Figur 12a). Zeichnung b stellt die Atomgruppe des Weingeistes ($C_4H_6O_2$) und Zeichnung c die des Zuckers ($C_6H_5O_5$) dar.

Merkwürdig ist auch noch, daß in der organischen Natur öfterer viele Stoffe aus gleichen Elementen und auch in gleichen Gewichtsmengen zusammengesetzt und gleichwohl ganz verschieden von einander sind. Die Ursache ist jedenfalls die, daß die Atome in verschiedener Weise sich gruppirt haben. Z. B. Zucker, Stärke und Holz haben eine ganz gleiche Zusammensetzung, nämlich: $C_6H_5O_5$. Die Verschiedenheit muß also in der verschiedenen Gruppirung der Atome liegen. Wie sie gerade gruppirt sind, wissen wir freilich nicht, aber wir können uns denken, daß in nebenstehender Zeichnung die eine Gruppe den Zucker, die andere die Stärke, die dritte das Holz vorstellt.*)

Fig. 13.



Die Zahl der in der organischen Welt vorkommenden Elemente ist gering. Die Hauptbestandtheile der organischen Stoffe sind Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Außer diesen 4 Elementen sind es noch Phosphor, Schwefel, die Alkalien und einige Erden und Metalloxyde, welche in kleinen Mengen das Pflanzen- und Thierreich bilden helfen.

---

*) Man nennt solche gleichartig zusammengesetzte Körper isomerisch. Wenn sich diese Körper, wie z. B. Harnstoff und cyansaures Ammoniumoxyd, einer in den andern umwandeln lassen, so heißen sie metamerisch.

A. Die Chemie in der Pflanzenwelt.

Verschiedene Bestandtheile der Pflanzen. Jedermann weiß, daß jede Pflanze aus verschiedenen Stoffen besteht, wenigstens weiß Jeder, daß ein Hauptbestandtheil vieler Pflanzen das Holz ist. Manche Pflanzentheile schmecken süß, andere sauer, noch andere bitter. Wie anders, als daß ein süßer, oder saurer, oder bitterer Stoff darin enthalten sein muß. Aus manchen Pflanzentheilen, z. B. den Getreidekörnern oder aus den Kartoffeln, wird Mehl bereitet. Hieraus folgt, daß sie einen mehlartigen Stoff enthalten müssen. Aus anderen Pflanzentheilen, z. B. aus der Frucht des Oelbaumes, aus dem Samen des Rübsens und des Leines wird Oel gepreßt. In diesen ist also ein öliger Stoff vorhanden. Manche Bäume schwitzen einen klebrigen Saft aus, den wir Harz nennen. Das ist wieder ein Stoff, der sich in manchen Pflanzen findet. Wer kennt nicht die schönen Farben, durch welche sich viele Pflanzen so herrlich auszeichnen! Diese Farbenpracht rührt von Stoffen her, die wir Farbestoffe nennen.

Kurz, **jede Pflanze ist aus verschiedenen Pflanzenstoffen zusammengesetzt.**

Keiner dieser Pflanzenstoffe ist aber ein einfacher Körper, sondern jeder ist erst aus der Vereinigung mehrer Elemente gebildet. **Jeder Pflanzenstoff ist ein zusammengesetzter Körper.** Man merke sich im Voraus hierbei Folgendes:

1) Dem Chemiker ist es möglich, alle Pflanzen- und Thierstoffe in ihre einfachen Bestandtheile zu zersetzen und bei den meisten genau anzugeben, wie viel von dem einen oder andern Elemente in diesem und jenem Pflanzenstoffe enthalten ist. So weit hat es die Chemie in der neueren Zeit gebracht, und es giebt kaum einen Pflanzenstoff mehr, den man nicht der genauesten Untersuchung unterworfen hätte.

2) Unmöglich ist es aber zur Zeit noch dem Chemiker, die Pflanzenstoffe aus den Elementen wieder zusammen zu setzen.*) Die Pflanze selbst bereitet sich in ihrem Innern aus den Elementen ihre Stoffe und es muß da eine Kraft in ihr wohnen, die uns noch unbekannt ist. Auch hierdurch unterscheidet sich die organische Chemie von der unorganischen. Die unorganischen zusammengesetzten Körper versteht der Chemiker alle zu bilden, sobald ihm nur die Elemente gegeben sind, aber bei den organisch zusammengesetzten Körpern hat seine Kunst ein Ende. Wenn er auch genau weiß, wie viel von dem einen und andern Elemente zur Bildung eines Grashalmes nöthig ist, so ist er doch nicht im Stande, ihn herzustellen. Ob das die Menschen wohl noch lernen werden?

---

*) Nur bei sehr wenigen (z. B. Essigsäure, Kleesäure 2c. ist es jetzt schon gelungen.

Die Pflanze.*)

Alle Theile einer jeden Pflanze von der Wurzel bis zur Spitze hinauf bestehen aus **Zellen**. Jede Zelle stellt ein kleines nach allen Seiten abgeschlossenes Bläschen vor, dessen Form im Anfange meist eine kuglige ist, aber von solcher Kleinheit, daß man mit bloßen Augen es nicht betrachten kann. Mit Hilfe des Vergrößerungsglases sieht man zugleich auch, daß jeder Pflanzentheil, sei es das Holz, oder das Blatt, oder die Blüthe, oder die Frucht, oder selbst die harte Schale mancher Früchte, aus einer zahllosen Menge solcher Zellen gebildet ist, die dann auch in anderen Formen, z. B. in sechseckiger Gestalt oder sehr lang gedehnt vorkommen. Der Stoff, aus welchen die Pflanzenzellen bestehen, heißt **Pflanzenfaser**.

In diesen Zellen befinden sich Flüssigkeiten, in denen verschiedene Stoffe aufgelöst enthalten sind. Noch öfterer finden sich in den Pflanzenzellen auch feste Körperchen, welche sich aus der Flüssigkeit abgesetzt haben. Diese Pflanzenzellen sind zugleich auch die Werkstätten einer wunderbaren chemischen Thätigkeit; in ihnen werden Stoffe zerlegt und die Elemente zu neuen anderen Stoffen zusammengesetzt.

Die Chemie hat demnach bei den Pflanzen zweierlei zu untersuchen: 1) die Pflanzenfaser, d. h. den Stoff, woraus die Zellen gebildet sind und 2) die Stoffe, welche im Innern der Zelle enthalten sind.

I. Allgemeine Pflanzenstoffe.

a) Die Pflanzenfaser (Cellulose).

Dieser Stoff, den wir Pflanzenfaser nennen, bildet also die Hauptmasse jeder Pflanze. Er ist weder im Wasser, noch in irgend einer andern Flüssigkeit auflöslich. Hierauf beruht die Möglichkeit, die andern in der Pflanze enthaltenen Stoffe von ihm zu trennen, weil diese andern im Wasser oder in einer andern Flüssigkeit sich auflösen.

Versuch. Man nimmt z. B. Sägespäne, übergießt sie mit lauem Wasser, läßt sie einen Tag stehen und preßt dann die Flüssigkeit wieder heraus. Dadurch werden diejenigen Pflanzenstoffe, welche sich im Wasser aufgelöst haben, mit entfernt. Die wieder trocken gewordene Sägespäne behandelt man nun in gleicher Weise mit Weingeist, der wieder andere Stoffe auflöst und mit hinwegnimmt. Dann mit Aether, Lauge und noch anderen Flüssigkeiten. So werden alle Safttheile entfernt und man erhält reine Pflanzenfaser.

Sie macht also die Hauptmasse des Holzes aus. Gebleichte Baumwolle, Flachs, Hanf, Stroh und das aus Leinwand bereitete Papier stellen ziemlich reine Pflanzenfasern dar. Ueberhaupt finden sich die übrigen Pflanzenstoffe mehr in den frischen, noch nicht vertrockneten Pflanzentheilen.

Bei der chemischen Untersuchung ergiebt sich, daß die Pflanzen-

---

*) S. Berthelt und Besser, Pflanzenkunde 2. Aufl. S. 165 u. f.

faser aus 6 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Wasserstoff und 5 Atomen Sauerstoff besteht. Der chemische Ausdruck heißt demnach $C_6O_5H_5$.

Veränderung der Pflanzenfaser. Daß Pflanzenfaser, z. B. Holz, Stroh 2c., in der Hitze und bei Zutritt der Luft verbrennt, ist schon früher bemerkt worden. Die Stoffe lösen in der Hitze ihre Verbindung auf und treten wieder in andere, neue Verbindungen zusammen. So bildet sich Wasser und Kohlensäure. Sind im Holze noch unorganische d. h. mineralische Stoffe (Salze und Erden) enthalten, so bleiben diese dann als Asche zurück. Das Alles ist schon bekannt.

Aber auch in gewöhnlicher Temperatur wird die Pflanzenfaser durch Luft und Wasser chemisch verändert, und man bezeichnet diese Veränderungen mit dem Namen **Verwesung** und **Fäulniß**. Suchen wir diese Veränderungen näher kennen zu lernen.

Verwesung. Wenn man Pflanzenfaser, z. B. Holz, Stroh, Blätter 2c., längere Zeit an der Luft liegen läßt, so saugen sie die Feuchtigkeiten derselben ein und werden allmälig braun und mürbe. Diesen Vorgang nennt man eben die Verwesung, vor welcher man bekanntlich das Holz durch Anstreichen oder durch Betheeren u. drgl. auf längere Zeit zu schützen sucht. Der chemische Prozeß ist hierbei ganz derselbe, wie beim Verbrennen, nur daß beim Verbrennen das in Minuten geschieht, wozu die Verwesung Jahre braucht. Bei der Verwesung wird ebenfalls Wasser und Kohlensäure gebildet. Und weil der Wasserstoff, wie schon früher gesagt worden ist, sich rascher mit dem Sauerstoffe verbindet, als der Kohlenstoff, so erklärt sich damit auch, warum das Holz beim Verwesen eine dunklere, erst braune und zuletzt fast schwarze Farbe annimmt. Das Holz enthält nämlich in der Folge verhältnißmäßig immer mehr Kohlenstoff als Wasserstoff und Sauerstoff.

Die braune oder schwarze Masse, in welche die Pflanzenstoffe, z. B. Gras, Stroh, Kraut, Blätter, die Wurzeln der Pflanzen u. s. w., während der Verwesung zerfallen, nenn man Humus. Der Humus ist in der Landwirthschaft von großer Wichtigkeit und entsteht also immer da, wo Pflanzenstoffe verwesen. So bildet sich derselbe in den Wäldern durch Verwesung der herabgefallenen Blätter und auf solchen Aeckern, wo viele Pflanzentheile nicht mit eingeerntet werden. Nach und nach zersetzt sich der Humus immer weiter und endlich bleibt nur eine geringe Menge unorganischer Stoffe übrig, wie beim Verbrennen als unverbrennlicher Rückstand die Asche übrig bleibt. Die Verwesung ist im Grunde genommen nichts anderes, als eine äußerst langsame Verbrennung, und der Humus ist dem halbverbrannten Holze zu vergleichen.

Fäulniß. Wenn die Pflanzen im Wasser sich befinden und die Zersetzung also unter Wasser und bei gehindertem Luftzutritte erfolgt, wie z. B. in Teichen und Sümpfen 2c., so ist der chemische Vorgang ein etwas anderer und wir bezeichnen ihn mit dem Namen Fäulniß. Der in der Pflanzenfaser enthaltene Sauerstoff verbindet sich hierbei ebenfalls mit dem Wasserstoffe zu Wasser und mit dem Kohlenstoffe zu Kohlen=

säure. Aber weil dieser Sauerstoff nicht ausreicht und der Sauerstoff der Luft unterm Wasser fehlt, so verbindet sich auch ein Theil Wasserstoff mit Kohlenstoff zu leichtem Kohlenwasserstoffgase, das man auch Sumpfgas nennt. Bei der Fäulniß treten demnach die in der Pflanze enthaltenen Stoffe zu Wasser, zu Kohlensäure und zu Sumpfgas zusammen. Auch hierbei bleibt eine dem Humus ähnliche Masse zurück, nämlich schwarzer Schlamm oder Torf, die sich im Laufe der Jahre immer weiter zersetzt. Daß wirklich diese genannten Produkte durch faulende Stoffe in Teichen und Sümpfen sich bilden, kann man leicht nachweisen.

Versuch. Man bohre mit einem Stocke in den Schlamm eines Teiches und fange die emporsteigenden Luftblasen in einer mit Wasser gefüllten Flasche auf in ähnlicher Weise, wie beim Auffangen des Sauerstoffs gezeigt worden ist, und verstöpsele sie unter Wasser. Dann bringt man in die Flasche, in der man etwas Wasser gelassen hat, ein Stückchen Aetzkalk, verstopft sie schnell wieder und schüttelt sie einige Minuten. Oeffnet man sie dann wieder unter Wasser, so dringt noch ein Theil Wasser hinein. Es muß also ein Theil der in der Flasche befindlichen Gase mit dem Kalke sich verbunden haben. Das ist Kohlensäure gewesen, die sich mit dem Kalke zu kohlensaurem Kalke vereinigt hat. Treibt man nun die in der Flasche noch übrige Luftart durch Hineingießen von Wasser heraus und hält einen brennenden Span an die Oeffnung, so entzündet sich das ausströmende Gas und verbrennt mit blauer Flamme. Das ist leichtes Kohlenwasserstoffgas.

Daß der Torf aus Sumpfpflanzen, die unter Wasser verfaulen, entstanden ist, kann man dem jungen Torfe leicht ansehen, denn an seinem faserigen Gewebe lassen sich noch ganz deutlich die einzelnen Pflanzentheile unterscheiden. Hauptsächlich ist es eine unscheinbare Pflanze, das sogenannte Torfmoos, daß auf feuchten Torfmooren sich ausbreitet und durch sein Absterben den Torf erzeugt. Auf dem abgestorbenen Moose erhebt sich eine neue Moosdecke, die im folgenden Jahre ebenfalls abstirbt, und so wächst mit jedem Jahre das Torflager. Der Torf ist bekanntlich ein Brennmaterial und für holzarme Gegenden von großer Wichtigkeit. Der älteste Torf, der sich durch sein schwarzes Aussehen von dem jüngeren unterscheidet, ist zugleich auch der beste.

Um Fäulniß und Verwesung bei den diesen Vorgängen ausgesetzten Stoffen nach Möglichkeit zu verhindern, preßt oder trocknet man sie, um ihnen das Wasser zu entziehen, oder man setzt sie der Frostkälte aus, oder man sucht durch Siedehitze den Entmischungsvorgang aufzuheben. Man denke an die Fabrikation der sogenannten Preßhefen, an das Abbacken des Obstes, an die Aufbewahrung von Fleisch in Eiskellern, an das Aufkochen der Speisen und Aufbewahren derselben in zugelötheten Blechbüchsen u. s. w. Auch giebt es gewisse Stoffe, welche der Fäulniß entgegen wirken. So benutzt man zu diesem Zwecke das Salz (Einsalzen, Einpökeln), den Zucker (Kandiren), den Kreosot und andere brennliche Stoffe (Räuchern), das Quecksilberchlorid (Kyanisiren) und den Gerbstoff (Lohgerberei). Von der fäulnißhemmenden Eigenschaft der porösen Holzkohle ist schon oben die Rede gewesen.

Anwendung der Pflanzenfaser. Eine sehr wichtige Benutzung haben bekanntlich gewisse biegsame und lange Pflanzenfasern, die sogenannten Bastfasern, schon seit den ältesten Zeiten her gefunden. Solche Fasern finden sich hauptsächlich in den Stengeln des Flachses, des Hanfes, in der Baumwolle, in den Blättern des neuseeländischen Flachses u. s. w. Um diese Fasern von den ihnen noch beigemengten Stoffen zu reinigen und für Spinnerei und Weberei tauglich zu machen, bedarf es gewöhnlich noch besonderer Vorkehrungen, wie z. B. beim Flachse.

Beim Flachsstengel nämlich sind die Bastfasern unter einander und mit der Oberhaut (der Schale) durch eine klebrige Materie verbunden und außerdem noch von Farbstoffen 2c. durchdrungen. Alle diese Stoffe mit sammt der Oberhaut müssen entfernt werden. Zu diesem Zwecke werden die Flachsstengel einer angehenden Verwesung unterworfen, indem man sie einige Zeit im feuchten Zustande erhält. Hierdurch wird jene klebrige Materie zerstört, welche die Bastfasern und die Oberhaut verbindet, so daß sich nun die Fasern leicht von einander trennen lassen. Dann werden die Fasern getrocknet, und endlich, nachdem durch das sogenannte Brechen und Hecheln die Oberhaut zerknickt und abgelöst worden ist, gebleicht. Beim Bleichen wird durch die Einwirkung von Luft, Licht und Wasser die Verwesung und Zerstörung der Farbstoffe und anderer noch darin enthaltener Stoffe bewerkstelligt.*)

Bei der Papierfabrikation wird die faserige Beschaffenheit der Pflanzenfasern in den leinenen und wollenen Zeuchen (Lumpen) ebenfalls durch eine noch weiter getriebene Verwesung zerstört. Die zerschnittenen Lumpen werden nämlich in feuchten Räumen aufgeschichtet und nach etwa 3 Wochen ist die Zerstörung vollendet. Dann kommt die weiche Masse unter eine Stampfmühle und ist nun, nachdem sie noch mit Chlor gebleicht worden ist, zum Ausschöpfen mit dem Rahmen, den ein Metallsieb umgiebt, bereit gemacht.

Mit Salpetersäure liefert die Pflanzenfaser, z. B. Baumwolle, eine explodirende Verbindung. Bei der Verbrennung derselben geht nämlich eine sehr rasche Entwickelung verschiedener Gase, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoffoxyd und Wasser vor sich.

---

*) Um leinene Fäden von baumwollenen zu unterscheiden, bedient man sich verschiedener Mittel: 1) ein leinener Faden erscheint, in herabhängender Stellung angebrannt, nach dem Erlöschen der Flamme an dem verkohlten Ende glatt und zusammenhängend, das Ende eines baumwollenen Fadens aber büschelförmig; 2) Leinengewebe wird in kochender koncentrirter Kalilauge in 2 Minuten hochgelb, Baumwollengewebe nur sehr schwach gelblich; 3) durch Schwefelsäure werden in $1/2$ bis 2 Minuten die Baumwollenfäden zerstört, die leinenen nicht; 4) Leinengewebe bleibt mit Baumöl eingerieben undurchsichtig, Baumwollengewebe wird durchsichtig; 5) unter dem Mikroskope erscheinen die leinenen Fäden als lange dichte Röhren, die Baumwollenfäden dagegen mehr flach und bandförmig. Der Sicherheit wegen ist es gut, mehrere dieser Proben anzuwenden. Besonders ist die letzte Probe anzuempfehlen.

b) Die in den Zellen der Pflanzen sich findenden Stoffe.

Daß in den verschiedenen Arten von Pflanzen auch sehr verschiedenartige Stoffe sich finden werden, läßt sich wohl denken. Hier handelt es sich nur darum, diejenigen kennen zu lernen, welche am allermeisten in den Pflanzen vorkommen und welche zugleich auch die wichtigsten sind. Um diese Stoffe aus den Zellen und von dem Faserstoffe abzuscheiden, muß man die Pflanzentheile zerreiben, zerdrücken oder zerstoßen ꝛc. und mit Wasser begießen oder mit einer andern Flüssigkeit, in welcher sich jene Stoffe auflösen. Einige Beispiele mögen das Verfahren erläutern und uns zugleich mit den allgemeinen Pflanzenstoffen bekannt machen.

Versuch. Man zerreibe einige Kartoffeln, knete sie mit etwas Wasser durcheinander und presse dann die Flüssigkeit durch ein Leinwandläppchen ab. Läßt man hernach die abgepreßte trübe Flüssigkeit einige Stunden ruhig stehen, so wird sie hell und am Boden zeigt sich ein Niederschlag. Dieser Niederschlag ist ein Pflanzenstoff, den man mit dem Namen **Stärke** bezeichnet. Man gießt nun das Flüssige von ihr ab, reinigt sie durch mehrmaliges Auf- und Abgießen mit frischem Wasser und läßt sie dann in mäßiger Wärme trocknen.

Aus der abgegossenen Flüssigkeit kann man noch einen andern Pflanzenstoff gewinnen, wenn man sie nämlich — etwa in einem Kochfläschchen — zum Kochen bringt. Sobald die Flüssigkeit sich dem Siedepunkte nähert, fängt sie an, sich zu trüben und läßt beim Kochen einen flockigen, grauweißen Körper fallen, von dem man dann durch Abfiltriren die Flüssigkeit entfernt. Dieser neu gewonnene Körper ist **Pflanzeneiweiß.**

So hat die Kartoffel, außer der Pflanzenfaser, die im Leinwandläppchen zurückgeblieben ist, zwei Stoffe geliefert, von denen der eine im Wasser nicht löslich ist, die Stärke, und der andere beim Kochen des Wassers gerinnt, nämlich das Pflanzeneiweiß. Beide unterscheiden sich auch sehr wesentlich dadurch von einander, daß die Stärke aus drei Elementen (Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff) besteht, das Pflanzeneiweiß aber außer diesen drei Elementen auch noch Stickstoff und Schwefel enthält.

Zweiter **Versuch.** Man lasse eine Handvoll Erbsen einige Tage im Wasser stehen und aufquellen, dann zerquetsche man sie derb, gieße so viel Wasser zu, daß ein dünner Brei entsteht und presse sie durch ein Leinwandläppchen aus. Auch hier bekommt man, wenn man eben so verfährt wie bei dem vorigen Versuche, Stärke und Pflanzeneiweiß. Gießt man jedoch in die Flüssigkeit, aus welcher man die Stärke durch Niederschlag und das Pflanzeneiweiß durch Kochen und Filtriren entfernt hat, einige Tropfen von einer Säure, so scheidet sich noch ein Körper ab in Gestalt von weißen Flocken, der **Käsestoff** oder Pflanzencaseïn. Derselbe enthält ebenfalls Stickstoff, läßt sich aber nicht wie das Pflanzeneiweiß durch Kochen, sondern nur durch Säuren zum Gerinnen bringen.

Dritter **Versuch.** Man menge Weizenmehl und Wasser in einem Mörser zu einem steifen Teige und knete dann den Teig in einem dich-

ten Leinwandläppchen unter öfterem Aufgießen von Wasser so lange durch, bis das Wasser nicht mehr milchig abläuft. Aus dem abgelaufenen Wasser erhält man ebenfalls Stärke und Pflanzeneiweiß. In dem Leinwandläppchen ist aber neben der Pflanzenfaser auch noch eine zähe, klebrige, graue Masse zurückgeblieben, die man **Kleber** nennt. Der Kleber enthält ebenfalls Stickstoff und quillt im Wasser blos auf, ohne sich vollständig zu lösen.

Diese wenigen Versuche machen uns mit den Pflanzenstoffen bekannt, die ganz besonders in den Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere eine Hauptrolle spielen. Es sind also folgende:

1) stickstofffreie Stoffe:

Pflanzenfaser und
Stärke.*)

2) stickstoffhaltige Stoffe:

Pflanzeneiweiß,
Käsestoff und
Kleber.

Diese Stoffe verdienen eine nähere Betrachtung. Von Pflanzenfaser ist schon oben die Rede gewesen.

1) Die stickstofffreien Stoffe.**)

Stärke (Amylum).

Die Stärke = $C_6H_5O_5$***) ist in sehr vielen Pflanzentheilen enthalten, namentlich in dem Samen der Getreidearten, in den Kartoffeln, in vielen Früchten, namentlich Hülsenfrüchten, im Marke der Palmen, in geringer Menge auch in der Rinde und dem Holze der Bäume, so wie in der Wurzel vom Herbste bis zum Frühjahre.†)

Im kalten Wasser ist die Stärke unlöslich, im siedenden Wasser quillt sie zu einer gallertartigen Masse, zu einem Kleister auf. In diesem Zustande benutzt man die Stärke als Klebmittel, als Verdickungsmittel der Druckfarben, so wie auch zum Steifen und Glätten der Wäsche. Die im Handel vorkommende Stärke wird meist aus Kartoffeln oder Weizen gewonnen. Stärke ist also das reinste Mehl, Kraft- = Stärkemehl.

Erhitzt man angefeuchtete Stärke in einem Löffel unter stetem Um-

*) Neben etwas Gummi und Zucker.

**) Man bezeichnet die Gruppe von organischen Körpern, zu welcher die Stärkemehl-, Gummi- und Zuckerarten, und außerdem die vegetabilische Faser- oder Zellensubstanz gehören, mit dem Namen Kohlenstoffhydrate.

***) Oder $C_{12}H_{10}O_{10}$.

†) Weizenmehl enthält ungefähr 66 Procent, Roggenmehl 54 bis 61, Gerste und Hafer 38, Reis 85, Erbsen 38, Bohnen 37, Kartoffeln 23 Procent Stärke. Auch die Roßkastanien enthalten ein gutes Stärkemehl, das aber erst von einem ihm beigemengten bitteren Stoffe befreit werden muß,

rühren bis sie trocken ist, so erhält man harte Krümelchen, die mit kochendem Wasser übergossen aufschwellen und gallertartig werden und unter dem Namen Sago bekannt sind. Den besten Sago erhält man aus dem Marke der Sagopalme. So rührt auch das Aufquellen vieler Nahrungsmittel, der Hülsenfrüchte, des Reises, der Gräupchen ꝛc., von der in ihnen enthaltenen Stärke her.

Umwandlung der **Stärke** in Gummi (Dextrin) und Zucker. **Versuch.** Man versetze mit Wasser gekochte Stärke, während sie noch heiß ist, unter fortwährendem Umrühren mit einigen Tropfen Schwefelsäure. Dann stelle man das Gefäß (eine Tasse) auf einen Topf, in welchem Wasser gelind kocht, bis die im Gefäße befindliche Flüssigkeit durchsichtig geworden ist. Hierauf mengt man ihr messerspitzenweise so lange geschlemmte Kreide bei, bis sie keine sauren Eigenschaften mehr zeigt, d. h. blaues Lackmuspapier nicht mehr röthet. Durch dieses letztere Verfahren entfernt man die Schwefelsäure wieder, die sich mit der geschlemmten Kreide verbunden hat und nun als Gyps abfiltrirt wird. Die Stärke hat sich aber in einen andern Körper verwandelt, der im Wasser zu einer durchsichtigen, schleimigen Flüssigkeit sich auflöst. Man nennt ihn Gummi.

Zweiter **Versuch.** Man lasse etwa 8 Gramm Wasser, zu dem man 20 Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, lebhaft kochen und thue nach und nach, so daß das Wasser nicht aus dem Kochen kommt, 3 Gramm Stärke hinzu, die man mit etwas Wasser zu einem Brei gerührt hat. Ist das geschehen und hat man dann das Gemisch noch einige Minuten kochen lassen, so entziehe man ihm wieder die Säure durch Kreide wie bei dem vorigen Versuche, und dampfe endlich die abfiltrirte Flüssigkeit bis zu einem dicklichen Syrup ein. Auf diese Weise ist aus der Stärke wieder ein anderer, ein süßschmeckender Körper entstanden, nämlich Zucker.

Stärke, Gummi und **Zucker sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach einander gleich.** Die Verschiedenheit muß also auf eine verschiedene Gruppirung der Atome sich gründen. Und man sieht aus den obigen Versuchen, daß die Schwefelsäure, ohne sich chemisch mit der Stärke zu verbinden, diese Verwandlung derselben herbeiführt. Mit Hilfe der Schwefelsäure kann also die Stärke bei schwächerer Erhitzung in Gummi und bei stärkerer noch weiter in Zucker umgewandelt werden.*)

Merkwürdiger Weise enthält das gekeimte Getreide eine Substanz, Diastas genannt, welche ebenfalls die Fähigkeit besitzt, Stärke in Gummi und Zucker umzuwandeln. Daher läßt man das Getreide, aus welchem Bier oder Branntwein bereitet werden soll, keimen, in welchem Zustande es dann Malz genannt wird, um eine Umwandlung der Stärke in Gummi und Zucker herbeizuführen. Im Malze ist dann die Stärke zum großen Theil in Gummi und Zucker übergegangen, was schon der süße Geschmack des Malzes zu erkennen giebt.

---

*) In Berührung mit manchen thierischen Häuten und Flüssigkeiten wird die Stärke zu Milchsäure. Auch im feuchten Mehle entstehen Milchsäure und Zucker aus der Stärke, weshalb für eine gehörige Trockenheit des Mehls gesorgt werden muß.

In den Pflanzen überhaupt gehen solche Umwandlungen während des Wachsens und Reifens vor sich. Aepfel und Birnen, wenn sie noch unreif sind, enthalten Stärke. Im vollkommen reifen Zustande ist die Stärke aus ihnen verschwunden und der süße Geschmack zeigt darauf hin, daß eine Umwandlung in Gummi und Zucker stattgefunden hat. Dieselbe Bemerkung können wir bei vielen anderen Früchten machen.

Gummi. Der Pflanzenstoff, der also aus der Stärke entsteht und Gummi genannt wird, findet sich in größeren oder geringeren Mengen in dem Safte jeder Pflanze. In manchen Pflanzen ist er in so großen Mengen enthalten, daß er in koncentrirter Lösung aus offenen Stellen der Rinde ausschwitzt und an der Luft zu einer festen Masse eintrocknet, in welchem Zustande er in den Handel kommt. Der reinste Gummi ist farblos, im Wasser löslich, aber unlöslich im Weingeist. Aus einigen morgenländischen Pflanzen fließt eine besondere Gummiart in Tropfen aus, die an der Luft erhärten, und die unter dem Namen des arabischen Gummi allgemein bekannt ist. Man benutzt es hauptsächlich zum Kleben, zur Vermischung mit Farben, zum Lackiren u. s. w. — Das aus Kirsch- und Pflaumenbäumen ausschwitzende Gummi, fälschlich Harz genannt, ist wohl Jedermann auch bekannt.

Zucker. Eben so, wie der Gummi, ist auch der Zuckerstoff im Pflanzenreiche außerordentlich verbreitet, und die meisten Früchte, viele Wurzeln und Stengel enthalten ihn. Besonders wird er in reichlicher Menge in Pflaumen, Kirschen, Birnen, Feigen, Weintrauben, im Honig 2c. angetroffen. Desgleichen erscheint er auch als Bestandtheil des Blutes und der Leber der Thiere. Auf den gebackenen Pflaumen giebt er sich als weißer Beschlag zu erkennen. Wenn man den in diesen Früchten enthaltenen Zucker oder den aus Stärke gewonnenen, stark eindampft und längere Zeit ruhig stehen läßt, so sondert sich ein krümliger Bodensatz ab, weshalb er den Namen Krümelzucker, auch Frucht- oder Traubenzucker genannt, erhalten hat. Als Versüßungsmittel hat er nicht gerade großen Werth, wird aber in großen Mengen, namentlich aus Kartoffelstärke, bereitet und zur Weingeist- und Essigbereitung angewendet.

Verschieden von diesem Krümelzucker ist der Rohrzucker*), den man aus dem Safte des Zuckerrohrs (etwa 18 %) oder aus dem Safte der Runkelrüben (etwa 12 %) gewinnt, und aus welchem unser gewöhnlicher Zucker bereitet wird. Die Bereitung desselben geschieht auf folgende Weise. Nachdem nämlich der Saft aus dem Zuckerrohre mit Hilfe eiserner Walzen oder aus den Runkelrüben gepreßt ist, wird derselbe mit etwas Kalkmilch versetzt, um dadurch Eiweiß und Pflanzensäuren aus ihm zu entfernen, und schnell bis zu Syrupsdicke eingedampft. Aus der erhaltenen dicken Flüssigkeit setzt sich der Zucker in braungelben Körnern

---

*) Man unterscheidet fünf verschiedene Zuckerarten, nämlich Traubenzucker (Krümelzucker), Fruchtzucker, Rohrzucker, Syrup- oder Schleimzucker und Milchzucker. Der Fruchtzucker geht unter gewissen Umständen in Traubenzucker über, der Rohrzucker in Schleimzucker. Alle ächten Zuckerarten kommen darin mit einander überein, daß sie im Wasser löslich und der geistigen Gährung fähig sind.

ab, in welchem Zustande er Rohzucker (Farinzucker) heißt und noch mit fremdartigen Bestandtheilen verunreinigt ist. Die noch übrig gebliebene dicke Flüssigkeit giebt den braunen Syrup, der unter andern auch zur Fabrikation des Rums benutzt wird.

Um den Rohzucker zu raffiniren, d. h. vollends zu reinigen, wird er wieder in etwas Wasser aufgelöst, durch grobgestoßene Knochenkohle filtrirt und dann nochmals eingekocht. Endlich gießt man die Masse in Zuckerhutformen, in denen man sie unter öfterem Umrühren erkalten läßt, und so den gereinigten Hutzucker erhält. Kocht man den Zucker weniger stark ein und läßt ihn nur langsam erkalten, ohne durch Rühren seine Krystallisation zu stören, so bildet er große Krystalle, den Kandiszucker.

In starker Hitze verbrennt der Zucker, d. h. er zerfällt eben so wie das Holz in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche Stoffe sich beim Verbrennen wiederum zu Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasser verbinden.

Die drei in dem Vorhergehenden behandelten Stoffe, Stärke, Gummi und Zucker, sind also stickstofffreie Stoffe. Sie finden sich in jeder Pflanzenart vor, in der einen mehr, in der andern weniger. Alle unsere Nahrungsmittel enthalten Stärke, Gummi oder Zucker und darum sind eben diese Stoffe so bemerkenswerth. Nicht minder wichtig in dieser Beziehung sind aber auch die schon oben genannten stickstoffhaltigen Stoffe: Eiweiß, Käsestoff und Kleber.

2) Die stickstoffhaltigen Stoffe.

Man nennt sie auch eiweißartige Stoffe oder Proteïnkörper. Weil sie bei Ernährung der Menschen und Thiere von besonderer Wichtigkeit sind, so bezeichnet man sie in den Nahrungsmitteln mit dem Namen der nährenden oder plastischen Bestandtheile derselben. Diese Körper stimmen darin mit einander überein, daß sie außer Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch Stickstoff und geringe Mengen von Schwefel (manche auch Phosphor) enthalten. In 100 Gewichtstheilen eines dieser Körper finden sich etwa 53 Theile Kohlenstoff, 7 Wasserstoff, 22 Sauerstoff, 16 Stickstoff und $^1/_2$ bis 2 Theile Schwefel.

Besonders ist hervorzuheben, daß diese Stoffe, wie die vorigen, nicht blos im Pflanzenreiche sich vorfinden, sondern daß auch die festen Theile des Fleisches, des Blutes, des Gehirns und andere Thierstoffe größtentheils aus diesen Stoffen bestehen.

In den Pflanzen- und Thierkörpern sind sie ursprünglich im Wasser aufgelöst und also im flüssigen Zustande vorhanden, gehen aber durch den Einfluß organischer Thätigkeit, sowie auch durch Erhitzen ꝛc. in einen festen und unlöslichen Zustand über. Sie haben also die Eigenthümlichkeit, in zwei wesentlich verschiedenen Zuständen auftreten zu können, in einem, den man den löslichen, und in einem, den man den unlöslichen nennt. Die Ursache liegt vielleicht darin, daß sich von den löslichen, indem sie unlöslich werden, irgend ein Bestandtheil trennt.

Das **Eiweiß** (Albumin), das also ursprünglich im Wasser löslich ist, aber durch Kochen fest und unlöslich wird, enthält zugleich auch eine geringe Menge Phosphor. Die Gemüsepflanzen, so wie der ölige Same des Mohnes, Rapses, Leines 2c. sind besonders reich an Eiweiß. Am reinsten ist dasselbe in den Eiern und im Blute der Thiere enthalten. Es dient als eines der kräftigsten Nahrungsmittel und wir genießen es unter vielerlei Formen in thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln. Auch wird es zum Grundiren beim Vergolden, zum Appretiren und mit Kalk vermengt zur Bereitung von Kitten angewendet.

Der **Käsestoff** (Caseïn), der sich dadurch vom Eiweiß unterscheidet, daß er nur dann im Wasser gerinnt, wenn man eine Säure hinzu thut, macht einen Bestandtheil der Erbsen, Bohnen, Linsen, überhaupt der Hülsenfrüchte aus. Auch enthält die Milch eine Menge Käsestoff. Derselbe gerinnt augenblicklich, sobald man einige Tropfen einer Säure hinzu bringt. Wenn die Milch sauer wird, so geht daher, in Folge der Säure, der Käsestoff in festen Zustand über, wie jeder Hausfrau bekannt ist. Eben so wird der Käsestoff durch die Schleimhaut des Kälbermagens (Lab) zum Gerinnen gebracht. Durch Alkalien kann er wieder gelöst werden, und daher Verhindern einige Tropfen Aetzkali oder Sodalösung, die man der säuernden Milch zusetzt, das Zusammenlaufen.

Der **Kleber**, der im Wasser völlig unlöslich ist, kommt in reicher Menge in den Getreidekörnern vor. Im thierischen Körper bildet er unter dem Namen Fibrin die rothe Masse der Muskeln oder des Fleisches. Aus dem Blute scheidet er sich beim Erkalten oder beim Rühren und Quirlen desselben als sogenannter Blutkuchen aus, der durch die in ihn mit eingeschlossenen Blutkörperchen seine rothe Farbe erhält.

Zersetzung dieser Stoffe.

Verwesung und Fäulniß. **Versuch.** Man nehme etwas Schwarzmehl oder einige Erbsen, die ja hauptsächlich Kleber oder Käsestoff enthalten, und übergieße sie in einer Flasche mit Wasser. Diese Flasche verbinde man durch ein Glasrohr mit einer andern, in welcher einen Querfinger hoch Wasser ist, und lasse sie einige Zeit an einem mäßig warmen Orte stehen, so wird die Masse sich zersetzen. In die andere Flasche entweichen nämlich Luftblasen, welche sich als Kohlensäure erweisen, wenn man etwas Kalkwasser in die Flasche bringt. Zweitens wird ein Streifen Bleipapier, den man zwischen den Stöpsel der ersten Flasche eingeklemmt hat und hinabhängen läßt, dunkel gefärbt, ein Beweis, daß Schwefelwasserstoff erzeugt worden ist. Drittens entwickelt sich aus der Flüssigkeit in der ersten Flasche, wenn man sie mit etwas Kalk erwärmt, ein stechender ammoniakartiger Geruch; es hat sich also auch Ammoniak gebildet.*)

Aus diesem Versuche ersieht man, aus welchen Elementen die stickstoffhaltigen Körper zusammengesetzt sein müssen, nämlich aus Kohlenstoff

*) Auch Wasser und Schwefelammonium.

Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel. Bei der Fäulniß, d. h. bei der Zersetzung dieser Stoffe, verbindet sich also

Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlensäure,
Wasserstoff mit Schwefel zu Schwefelwasserstoff und
Wasserstoff mit Stickstoff zu Ammoniak.

Der Ammoniak und der Schwefelwasserstoff sind es besonders, welche beim Faulen der stickstoffhaltigen Körper den unangenehmen Geruch verbreiten und an welchem sich wiederum die stickstoffhaltigen Körper leicht erkennen lassen. Ueberall, wo Pflanzenstoffe, die viel stickstoffhaltige Bestandtheile haben, oder wo Thierkörper in Fäulniß übergehen, wird man auch einen unangenehmen Geruch, erzeugt durch die sich bildenden Gase, wahrnehmen. Jeder stickstoffhaltige Körper, den man etwa in einem Löffel über der Lampe erhitzt, giebt einen Geruch wie brennende Haare, während die stickstofffreien Körper wie Papier und Zucker beim Verbrennen riechen.

Rückblick.

So lehrt uns also die Chemie, daß die hauptsächlichen Bestandtheile aller Pflanzen- und Thierkörper, außer Pflanzenfaser,

Stärke, Gummi, Zucker } stickstofffreie Stoffe,
Eiweiß, Käsestoff, Kleber } stickstoffhaltige Stoffe

sind und daß alle diese Körper theils aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, theils auch noch aus Stickstoff und Schwefel (auch Phosphor) bestehen. So lange die Pflanze und das Thier leben, werden diese Elemente durch die Lebenskraft, oder wie man diese Kraft sonst nennen will, zusammengehalten. Sobald aber das Leben im Pflanzen oder thierischen Körper erstorben ist, sobald beginnen auch die verbundenen Elemente einen kürzeren oder längeren Prozeß der Auflösung. Der Sauerstoff der Luft, das Wasser der Atmosphäre und ganz besonders gesteigerte Wärme sind Beförderungsmittel dieses Vorganges. Pflanzen- und Thiere verwesen oder verfaulen. Die auseinander gefallenen Elemente treten aber sogleich wieder in Verbindung, jedoch zu einfacheren, aus weniger Elementen zusammengesetzten Körpern. Ganz dasselbe, was der Vorgang des Verbrennens uns gezeigt hat, kehrt hier wieder. Wir können auch das Verwesen und Verfaulen der stickstoffhaltigen Stoffe mit dem Namen einer Verbrennung belegen. Es ist auch in der That nichts anderes, als eine langsame Verbrennung.

Die stickstoffhaltigen Körper gehen noch leichter in Zersetzung über, als die stickstofffreien. **Berührt dann ein stickstofffreier Körper einen stickstoffhaltigen, der in Zersetzung begriffen ist, so**

tritt auch bei jenem Verwesung oder Fäulniß ein. Ueberhaupt erfolgen diese Vorgänge schnell, wenn ein schon im Verwandlungszustande befindlicher Stoff mit einem noch unverletzten in Verbindung kommt. Bringt man fauliges Blut mit frischem Blute in Berührung, so tritt die Fäulniß bei diesem viel eher ein, als es außerdem geschehen wäre. Aehnlich verhält es sich mit Obst, Fleisch, Eiern u. a., wenn bereits angegangene Stücke mit den übrigen in Berührung bleiben. Besonders bemerkenswerth ist, daß Eiweiß, Käsestoff oder Kleber eine ganz eigenthümliche Zersetzung des Zuckers verursachen, die wir in dem Folgenden noch näher betrachten.

Die Verwandlung des Zuckers in Weingeist.

Versuch. Man vermenge mit Honig, der im Wasser aufgelöst ist, etwas Kleber oder Käsestoff, der in der Zersetzung begriffen ist, z. B. ein wenig Sauerteig, und stelle die Flüssigkeit an einen warmen Ort. Zugleich leite man aus dem verschlossenen Gefäße eine gebogene Glasröhre unter Wasser und stülpe darüber ein zweites, mit Wasser gefülltes Gläschen. Bald wird die flüssige Masse in Gährung gerathen und eine Menge Gas entwickeln, das in dem zweiten Gläschen sich sammelt und als Kohlensäure sich erweist. Die im ersten Gefäße befindliche Flüssigkeit schmeckt dann nicht mehr süß, sondern branntweinartig.

Der Zuckerstoff hat sich in Weingeist umgewandelt, der sich durch seine berauschende Kraft zu erkennen giebt.

Der Vorgang ist folgender: Der im Honig enthaltende Krümelzucker besteht aus $C_6O_6H_6$. Der in Zersetzung begriffene Kleber bewirkt nun ein Zerfallen desselben in Weingeist und Kohlensäure und zwar so, daß sich aus jeder Atomgruppe des Zuckers eine Atomgruppe Weingeist $= C_4H_6O_2$ und zwei Atome Kohlensäure $= 2 \times CO_2$ bilden. Die

Fig. 14.



nebenstehende Zeichnung zeigt a die Atomgruppe des Zuckers, b die daraus entstandene Atomgruppe des Weingeistes und c die beiden Atomgruppen der Kohlensäure. Der Zucker zerfällt also bei der geistigen Gährung, wie man diesen Vorgang nennt, in Weingeist und Kohlensäure.

Da sich in allen zuckerhaltigen Pflanzensäften in der Regel auch Eiweiß oder Käsestoff befindet, so darf man diese Flüssigkeiten nur der Luft aussetzen, um einen solchen Vorgang zu bewirken. Aus der Luft fallen nämlich die Sporen*) gewisser Pilze. Diese wachsen zu Schläuchen

*) S. Berthelt und Besser, Pflanzenkunde, 2. Aufl. S. 148 u. 151.

aus, die freilich nur unter dem Mikroskop deutlich gesehen werden können. Durch das Wachsthum dieser Pilze, die man Gährungspilze, Hefen, nennt, geräth die Flüssigkeit in Gährung, ihr Zucker zerfällt in Weingeist u. Kohlensäure. — Die abgeschiedene Hefe besitzt dann immer wieder die Eigenschaft, wenn man sie auch nur in geringer Menge dem Zucker beimischt, eine Zersetzung desselben hervorzubringen. Dies ist sehr leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß nur wenig Hefe viele tausend Sporen enthält, daß also für Verbreitung des Gährungspilzes in der Flüssigkeit hinlänglich gesorgt ist.

Eine solche Zersetzung zuckerhaltiger Flüssigkeiten geht also nur dann vor sich, wenn die Flüssigkeit mit Luft in Berührung ist, und bei einer Temperatur von etwa 15 bis 25 Grad R.

Auf der geistigen Gährung beruht die Herstellung aller sogenannten geistigen Getränke.

Bereitung des **Weines**. Der aus den Trauben gepreßte Saft, bekanntlich Most genannt, enthält außer anderen Stoffen auch Zucker- und Eiweißstoff. Wenn nun Sporen jener Pilze in die Flüssigkeit fallen und in Schläuche auswachsen, so wird durch das Wachsthum dieser Hefe zugleich auch eine Zersetzung des Zuckerstoffs in Weingeist und Kohlensäure veranlaßt. Die Kohlensäure entweicht und der Most ist zu Wein geworden. Most und Wein unterscheiden sich also dadurch von einander, daß in jenem Zucker, in diesem Weingeist enthalten ist.

Füllt man den Wein, ehe noch die Gährung vollends vollendet ist, in Flaschen, aus welchen die sich noch entwickelnde Kohlensäure nicht entweichen kann, so entsteht ein moussirender, d. h. ein brausender Wein.

Nicht jeder Traubensaft hat gleich viel Zuckergehalt, die Weine in den südlicheren Gegenden sind viel reicher daran, als die der nördlicheren. Daher sind diese Weine stärker und das in dem Safte enthaltene Eiweiß ist nicht einmal im Stande, allen Zucker zu zersetzen, weshalb solche Weine einen süßen Geschmack behalten. — Der rothe Wein enthält außer einem rothen Farbestoffe auch etwas Gerbsäure, die ihm einen zusammenziehenden Geschmack verleiht. Der Geruch des Weines (Blume) entsteht durch ätherartige Verbindungen und Oele.

Auf gleiche Weise, wie der Saft der Trauben, geht auch im Safte der Aepfel, Birnen, Johannis- und Stachelbeeren, der Möhren ꝛc. eine solche Umwandlung vor sich und wir gewinnen dadurch den Aepfel-, Birnen-, Stachelbeerwein u. s. w. So wird ferner aus dem Syrup des Rohrzuckers der Rum und aus gegohrenem Reis der Arak bereitet.

Bereitung des **Bieres**. Zur Bereitung des Bieres nimmt man gekeimte Gerste (Malz), die in dem Braukessel mit Wasser gekocht wird und so eine süße Flüssigkeit giebt, die man Würze nennt. Weil nämlich in der Gerste kein fertig gebildeter Zuckerstoff enthalten ist, so muß erst durch das Malzen, wie oben schon bemerkt worden ist, eine Verwandlung der Stärke in Zucker bewirkt werden. Ist die Würze durch

Kochen klar und durchsichtig geworden, dann versetzt man sie mit Hefe und leitet sie in die sogenannten Gährbottiche, wo nun der Zuckerstoff in Weingeist sich umwandelt und somit die Würze zu Bier wird.

Setzt man der Würze zu Ende des Kochens auch noch Hopfen zu, so giebt der sogenannte Bitterstoff desselben dem Biere nicht nur einen eigenthümlichen angenehmen Geschmack, sondern verhütet auch ein baldiges Sauerwerden desselben, d. h. das Eintreten der Essiggährung.

Die Hefe wird in Folge der starken Kohlensäureentwicklung mit in die Höhe gehoben und aus dem Spundloche, wenn das Bier in Gefäße gefüllt ist, ausgestoßen. Hat man dagegen die Würze stark abkühlen lassen, so tritt eine sehr langsame Gährung ein, aller Stickstoff wird in Hefe vollständig ausgeschieden und die sich bildende Hefe wird nicht in die Höhe gestoßen, sondern setzt sich am Boden ab. Aus diesem Grunde heißt solches Bier untergähriges, oder, weil es der langsamen Gährung wegen lange liegen muß, Lagerbier. Untergähriges Bier ist reicher an Kohlensäure und hält sich länger, ohne sauer zu werden, weil es fast frei von hefenbildenden Stoffen ist, die durch ihre leichte Zersetzbarkeit auch den Weingeist veranlassen, sich zu oxydiren.

Füllt man frisches Bier auf Flaschen, die man fest verstöpselt, so geht in demselben immer noch eine schwache Gährung vor sich, weil immer noch etwas Zucker und Kleber darin enthalten ist. Da aber die Kohlensäure nicht entweichen kann, so erhält man mousirendes, d. h. schäumendes Bier.

Bereitung des **Branntweins.** Roggenschrot (zerkleinerte Kornkörnchen) oder gekochte und zerriebene Kartoffeln werden mit Gerstenmalz in heißem Wasser zu einem Breie (Maische) angerührt und längere Zeit bei einer Temperatur von 70 Grad erhalten. Dadurch wird die Stärke des Roggens oder der Kartoffeln in Zucker umgewandelt. Hiernach setzt man der abgekühlten Flüssigkeit Bierhefe zu und bewirkt dadurch eine Verwandlung des Zuckers in Weingeist. In großen kupfernen Blasen wird endlich der Weingeist von den nicht flüchtigen und weniger flüchtigen Theilen, dem Kleber, Faserstoff und Wasser abdestillirt. Der Rückstand, Branntweinspülicht (Schlämpe) genannt, dient als Futter der Hausthiere.

Wein, Bier und Branntwein sind also Getränke, welche ihre Entstehung der Verwandlung des Zuckersaftes in Weingeist verdanken. Die Verschiedenheit in diesen Getränken rührt einestheils von der größeren oder geringeren Menge des Zuckerstoffes her, anderntheils von besonderen Stoffen, die sich nebenbei darin finden. So giebt z. B. eine ätherartige Flüssigkeit, die sich besonders in den nördlicheren Weinen erzeugt, dem Weine einen angenehmen Geruch. Der Branntwein aus Kartoffeln erhält einen eigenthümlichen Geschmack durch die sogenannten Fuselöle, welche man mittelst Filtriren durch Kohlenpulver entfernen kann. Im Biere werden Verschiedenheiten hervorgebracht durch das ätherische Oel des Hopfens u. s. w.

Der **Weingeist.** In der Natur kommt der Weingeist, ein flüssiger

Körper nie fertig gebildet vor, sondern muß immer erst durch Umbildung des Zuckers gewonnen werden. Weil er aus gährender Flüssigkeit sich erzeugt, so ist er zugleich auch mit Wasser gemischt. Da aber der Weingeist in der Hitze sich eher in Dampfform verwandelt, als das Wasser, so kann er auf diese Weise von dem Wasser geschieden werden. Man bringt ihn nämlich in Retorten, erhitzt ihn und leitet die Weingeistdämpfe in ein anderes Gefäß, wo sie durch Abkühlung wieder in flüssigen Weingeist übergehen. Bekanntlich bezeichnet man diesen Prozeß mit dem Namen der Destillation. Durch widerholtes Destilliren mit gebranntem Kalk, der große Verwandtschaft zum Wasser hat und es vom Mitverdampfen abhält, wird endlich der Weingeist vollkommen wasserfrei, und heißt nun absoluter Weingeist oder Alkohol.

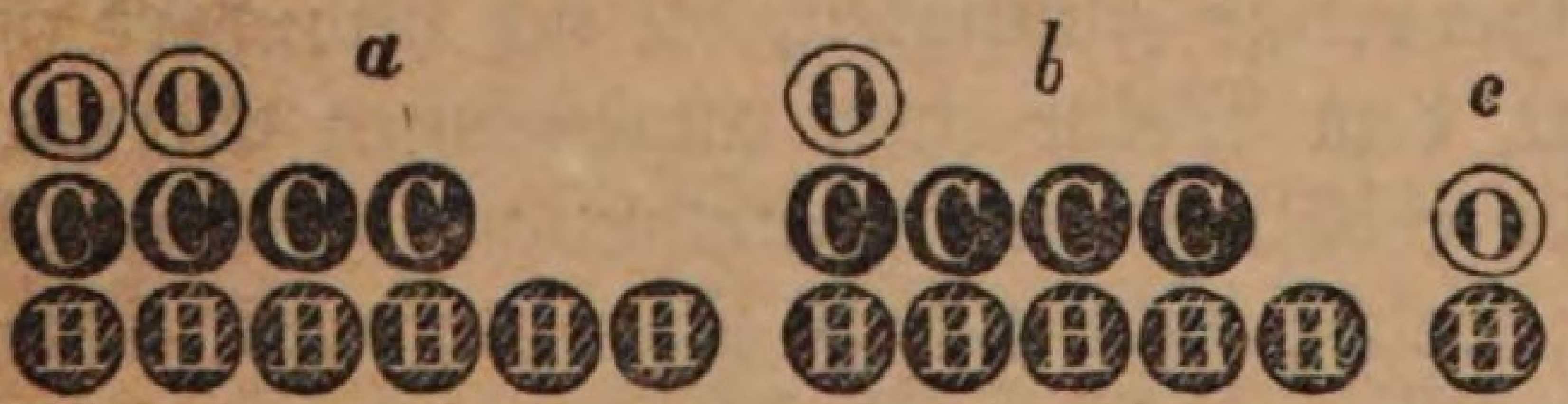
Der Weingeist hat die Eigenschaft, die meisten Harze und ätherischen Oele aufzulösen. Beim Verbrennen giebt er eine schwach leuchtende Flamme, aber keinen Ruß, weil er verhältnißmäßig wenig Kohlenstoff enthält. Gegen das Wasser äußert er eine starke Anziehung und nimmt es mit Begier in sich auf. Daher verursucht er im Munde und Magen ein Brennen, weil er der Oberfläche dieser Theile Wasser entzieht. Auf die Nerven übt er eine berauschende Wirkung aus, und absoluter Weingeist wirkt sogar als Gift.

Der Zucker kann also in Weingeist und Kohlensäure zersetzt werden, und Weingeist und Kohlensäure sind daher die Zersetzungs-Produkte des Zuckers. Beide Produkte sind aber einer noch weiteren Zersetzung fähig. Von der Kohlensäure ist uns schon bekannt, daß sie in Kohlenstoff und Sauerstoff zu zerlegen ist. Worein läßt sich aber der Weingeist zersetzen? Der Weingeist bildet eine große Menge von Zersetzungsprodukten, von denen nur einige hier erwähnt werden mögen.

Verwandlung des Weingeistes in Aether und Essig.

Aetherbildung. **Versuch.** Man vermische starken Weingeist nach und nach unter stetem Umrühren mit gleichviel englischer Schwefelsäure. Es tritt dabei eine heftige Erhitzung ein, und ein eigenthümlicher Geruch und die veränderte Farbe der Flüssigkeit zeigen bald, daß eine Veränderung mit dem Weingeiste vorgegangen ist. Die Schwefelsäure hat nämlich bewirkt, daß der Weingeist ($C_4H_6O_2$) sich in einen neuen Körper (C_4H_5O) und in Wasser (HO) zersetzt hat. Die neuentstandene Flüssigkeit führt den Namen Aether, auch Schwefeläther oder Naphta. Aus jeder Atomgruppe Weingeist (a) ist nämlich eine Atomgruppe Aether (b) und eine Atomgruppe Wasser (c) entstanden, wie nebenstehende Figur veranschaulicht.

Fig. 15.



Der Aether ist eine wasserhelle und sehr leicht in Dämpfe über-

gehende Flüssigkeit. Er besitzt die Eigenschaft, fast alle Harze und Fette aufzulösen und wird meist nur in der Medicin benutzt. Ein Theil Aether mit 2 Theilen Weingeist gemischt, giebt den bekannten Hoffmann'schen Geist. Die Aetherdämpfe sind im Stande, einen Zustand der Bewußt- und Gefühllosigkeit hervorzubringen. Bei der Verbrennung zeigt der Aether eine größere Lebhaftigkeit als der Weingeist und verwandelt sich dabei ebenfalls in Kohlensäure und Wasser.

Essigbildung. **Versuch.** Man gieße zu Weingeist etwa 6 mal so viel Wasser, thue ein wenig Sauerteig dazu und stelle das Gefäß, mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt, an einen 30 bis 40 Grad warmen Ort. Nach einigen Wochen hat sich die Flüssigkeit in Essig verwandelt. Eine solche Veränderung geht allemal mit weingeisthaltigen Flüssigkeiten vor sich, wenn sie bei warmer Temperatur dem Einflusse der Luft ausgesetzt werden. Auch Stärke und Zucker haltende Flüssigkeiten können in Essig übergehen, nur verwandelt sich dann der Zucker vorher in Weingeist, ehe die Essigbildung eintritt.

Der Vorgang bei der Essigbildung ist folgender: Zu einer Atomgruppe Weingeist ($C_4H_6O_2$) treten nämlich zunächst noch 4 Atome Sauerstoff, so daß aus diesem Grunde die Essigbildung nur unter Zugang von Sauerstoff eintreten kann. Sofort zerfällt aber auch die Atomgruppe des Weingeistes mit dem neu aufgenommenen Sauerstoffe in eine Atomgruppe Essigsäure ($C_4H_3O_3$) und 3 Atomgruppen Wasser (3HO). Aus dem Weingeiste entsteht demnach unter Aufnahme von noch mehr Sauerstoff Essigsäure und Wasser.

Gewöhnlich verwendet man die Abfälle von der Wein-, Bier-, Branntweinbereitung u. s. w. zur Herstellung des Essigs, und man erhält hierdurch die verschiedenen Arten des Essigs, z. B. Weinessig, Bieressig ꝛc. Sogar aus Holz kann Essig bereitet werden, wenn man der Atomgruppe des Holzes ($C_6H_5O_5$) etwas Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff entzieht, was durch Erhitzen des Holzes im abgeschlossenen Raume geschieht. — Der im Handel vorkommende Essig ist nicht nur mit vielem Wasser gemischt, sondern enthält auch noch andere fremdartige Stoffe. An der Luft stehend zersetzt sich endlich der Essig noch weiter, überzieht sich mit einer Schimmelhaut oder bildet gallertartige Klümpchen.

Die organischen Gebilde sind überhaupt der mannigfaltigsten Umwandlung fähig, von denen wir nur einige, gleichsam nur beispielsweise, haben vorführen können. Gerade dieser Theil der Chemie bietet noch ein weites Feld zu Beobachtungen und Versuchen. Zum Schluß möge hier nur noch des Vorganges bei der Brodbereitung gedacht werden.

Das Brodbacken. Indem das zum Backen bestimmte Mehl mit lauem Wasser zu einem dicken Brei gerührt und demselben etwas Sauerteig oder Hefe beigemengt wird, so wird ein Theil des im Mehle enthaltenen Stärkemehls in Zuckerstoff umgewandelt und dieser Zuckerstoff dann nach mehrstündigem Stehenlassen in Weingeist und Kohlen-

säure zersetzt. Durch die Kohlensäure, welche zu entweichen strebt, wird der Teig auseinander getrieben und locker und porös gemacht. Setzt man dann den in Brodform gebrachten Teig einer schnellen Hitze aus, so verflüchtigen sich diese neugebildeten Stoffe mit einem Theile des beigemengten Wassers und das Brod kommt in einen bleibenden festen Zustand. Bei schwacher Hitze geht das Verhärten zu langsam vor sich und die Wände der Zwischenräume fallen beim Entweichen der Kohlensäure zusammen, woher der Klantsch oder Schliff im Brode erzeugt wird. Da sich aus dem Weingeiste zugleich auch etwas Essigsäure bildet, so erhält das Brod hiervon einen säuerlichen Geschmack. Die Hauptsache bei dem ganzen Vorgange ist das Auftreiben der Backwaaren durch die Kohlensäure. Denn das lockere Brod läßt sich leichter verdauen, als dichtes und schliffiges. Die Kohlensäure kann aber auch noch anders, als durch das Gähren des Zuckerstoffs, im Teige erzeugt werden, z. B. dadurch, daß man Soda und Salzsäure mit in den Teig mischt. Auf chemischen Wege bildet sich aus dieser Mischung Kochsalz und Kohlensäure. Eben so setzt man sehr fettreichem Teige einen beim Backen sich gänzlich, und ohne Nachtheil für das Gebäck, verflüchtigenden Körper zu, das sogenannte englische Salz, nämlich kohlensauren Ammoniak.

Auch der braune Glanz auf der Rinde des Brodes ist ein chemisches Erzeugniß. Wenn man nämlich die Oberfläche des Brodes mit Wasser bestreicht, so verwandelt sich in der Hitze des Ofens die Stärke in Gummi, und dieser bildet den glänzenden Ueberzug.

II. Besondere Pflanzenstoffe.

Man kann das Wichtigere vor dem zu gewissen Zwecken weniger Wichtigen nicht genug hervorheben. Darum sei nochmals bemerkt, daß außer dem Stoffe, welcher die Zellen bildet,

Stärke, Gummi und Zucker,
Eiweiß, Käsestoff und Kleber

die in der Pflanzen- und Thierwelt am meisten verbreiteten Stoffe sind. In jeder Pflanze finden sich wenigstens einige derselben in größerer oder geringerer Menge. Andere Stoffe treffen wir meist nur in dieser oder jener Pflanzenart an und daher nennen wir sie besondere Pflanzenstoffe. Sie geben den Pflanzen ihren besonderen Geruch, besonderen Geschmack, ihre besonderen Wirkungen und sonstigen Eigenthümlichkeiten. Ihre Zahl ist so groß, daß wir sie nicht alle hier in Betracht ziehen können. Man theilt sie gewöhnlich ein in Säuren, Fette, Harze u. s. w.

Die organischen Säuren.

Die in den Pflanzen vorkommenden Säuren und ebenso auch die Thiersäuren geben sich durch ihren sauren Geschmack, wenn sie nicht etwa durch Verbindung mit einem andern Stoffe ihre Eigenthümlichkeit verloren haben, sowie auch durch ihre Einwirkung auf Pflanzenfarben, zu erkennen. Sie enthalten alle Kohlenstoff und Sauerstoff, die meisten

außerdem noch Wasserstoff, einige auch noch Stickstoff oder Stickstoff und Schwefel. Nicht alle sind fertig gebildet in der lebenden Natur enthalten, sondern viele werden erst durch mannigfaltige Umbildungen organischer Stoffe erzeugt. Ihre Anzahl ist außerordentlich groß. Einer dieser Säuren, der Essigsäure, welche den wesentlichen Bestandtheil des Essigs ausmacht, ist vorher schon gedacht worden. Sie kommt nur in sehr wenig Pflanzensäften schon fertig bereitet vor, sondern ist ein Produkt der Gährung und trockenen Destillation, z. B. des Holzes, wie das auch mit manchen anderen Säuren der Fall ist. Die bekanntesten Säuren sind:

Die Weinsäure = $C_4H_2O_5$. Sie findet sich im Safte der Trauben und stellt im reinen Zustande einen festen, krystallisirten Körper dar. Mit Kali chemisch verbunden bildet sie den Weinstein, der in Pulverform den Namen Cremor-Tartari führt. Weinsaures Kali verbunden mit weinsaurem Antimonoxyd giebt den bekannten Brechweinstein.

Die Citronsäure = $C_{12}H_5O_{11}$ kommt in den Preißelbeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren und anderen Früchten vor. Besonders wird sie in Sicilien aus dem Safte der Citronen bereitet. Sie erscheint in farblosen, wasserhellen Krystallen, die aber in warmer Luft verwittern. Gelindes Schmelzen verwandelt sie in Aconitsäure.

Die Aepfelsäure = $C_4H_2O_4$ ist ein Bestandtheil sauer schmeckender (unreifer) Aepfel und vieler anderen sauren Früchte. Zu ihrer Darstellung wendet man vorzugsweise noch nicht ganz reife Ebereschenbeeren an. Unter gewissen Umständen zerfällt sie in Kohlensäure, Essigsäure und Bernsteinsäure.

Die Gerbsäure = $C_9H_3O_5$ ist sehr häufig in den Pflanzen verbreitet, namentlich in der Rinde der Bäume, und zeichnet sich durch ihren zusammenziehenden Geschmack aus. Dem rothen Weine, bei dessen Bereitung man nicht blos die Beeren, sondern auch die Stiele mit auspreßt, ertheilt sie eben den herben Geschmack. Sie ist besonders wichtig für den Gerber, weil sie die thierische Haut, wenn sie sich mit ihr verbindet, in Leder verwandelt, das der Fäulniß nicht unterworfen ist. Der Lohgerber bewirkt diese Verbindung dadurch, daß er die Haut Monate lang in einer gerbsäurehaltigen Flüssigkeit liegen läßt, die er aus Vermischung von Lohe, d. i. zerkleinerte Eichenrinde, und Wasser erhalten hat. Dadurch wird die Haut wasserdicht und widersteht der Fäulniß.

Ferner besitzt die Gerbsäure auch die Eigenschaft, mit Eisenoxyd eine blauschwarze Verbindung zu bilden, und wird daher zur Bereitung von schwarzen Farben und der Dinte benutzt. Hierbei sind es gewöhnlich die Galläpfel, welche die Gerbsäure liefern.

Außer diesen erwähnen wir nur noch die Klee- oder Oxalsäure, ein giftiger Stoff im Safte des Sauerklees und Sauerampfers, welcher häufig mit Kali zu Sauerkleesalz verbunden vorkommt, die Ameisensäure in den Ameisen, in den Wachholderbeeren und den Nadeln vieler Pinusarten, die Milchsäure im Sauerkohl, in sauren Gurken und in Molken, die Bernsteinsäure im Bernstein, die Zimmtsäure im Zimmtöl, die Chinasäure in der Chinarinde, die Meconsäure im Opium, die Humussäure u. s. w.

Als einen Blick in die verwandte Zusammensetzung der Säuren geben wir beispielsweise folgende höchst interessante Tabelle:

Ameisensäure	$= C^2HO^3$		
Essigsäure	$= C^2HO^3 +$	C^2H^2	$= C^4H^3O^3$
Propionsäure	$= C^2HO^3 +$	$2C^2H^2$	$= C^6H^5O^3$
Buttersäure	$= C^2HO^3 +$	$3C^2H^2$	$= C^8H^7O^3$
Baldriansäure	$= C^2HO^3 +$	$4C^2H^2$	$= C^{10}H^9O^3$
Capronsäure	$= C^2HO^3 +$	$5C^2H^2$	$= C^{12}H^{11}O^3$.

So fortgesetzt folgen noch weiter auf einander: Oenanthylsäure, Ca-

pransäure, Perlagonsäure, Caprinsäure, Ricinstearinsäure, Laurinsäure, Coccinsäure, Myristicinsäure, Palmitonsäure, Palmitinsäure und Margarinsäure.

Die organischen Basen.

Gewisse Pflanzenstoffe besitzen die Eigenthümlichkeit, sich leicht mit einer Säure zu einem zusammengesetzten Körper verbinden zu können. Man bezeichnet sie mit dem Namen organische Basen. Ihrer Zusammensetzung nach bestehen alle aus 3 oder 4 Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Sie sind im Wasser unlöslich, im Weingeist dagegen löslich, sind farb- und geruchlos, aber meist von bitterem Geschmacke. Fast alle kommen nur in Pflanzen vor, die sich durch giftige oder medicinische Wirkungen auszeichnen, und sie sind es eben, welche den Pflanzen diese Eigenschaften geben. Daher werden auch diese Stoffe vorzüglich in den Apotheken gebraucht. Schon in geringen Mengen üben sie eine bedeutende Wirkung. In den Pflanzen sind sie oft mit Pflanzensäuren verbunden, von denen sie erst getrennt werden müssen. Beispielsweise mögen nur einige solcher Basen genannt werden.

Chinin kommt in der Chinarinde vor und ist ein fester Körper, der in der Medizin, aufgelöst in Weingeist, gereicht wird.

Aconitin wird aus dem Sturmhütchen gewonnen und ist ein starkes Gift. —

Morphin ist der giftige Bestandtheil des Opiums, Atropin der des Tollkrautes, Chelidonin der des Schöllkrautes, Coniin der des Schierlings, Daturin der des Stechapfels, Solanin der des schwarzen Nachtschattens 2c.

Caffëin findet sich im Kaffee und grünen Thee und krystallisirt in zarten weißen Krystallen.

Nicotin ist im Tabake enthalten und giebt dem Tabake seinen eigenthümlichen Geruch und seine narkotische Wirkung.

Das Ausscheiden dieser Stoffe aus den betreffenden Pflanzen ist meist ein sehr mühevolles und schwieriges Geschäft.

Die Fette und fetten Oele.

Die Fette und fetten Oele sind auch denjenigen, welche sich noch niemals mit Chemie beschäftigt haben, schon bekannte Stoffe. Fett aus dem thierischen Körper hat gewiß schon manchmal mit auf unserem Mittagstische gestanden, sei es das Fett am Rindfleische, oder Schweinefett, oder Gänsefett oder sonst ein anderes. Der Fischthran, d. h. das Fett der im Meere lebenden Säugethiere, ist zwar nicht uns, so doch den Bewohnern der nördlichsten Gegenden eine angenehme Speise. Aber auch die fetten Oele mancher Pflanzen werden im gewöhnlichen Leben gar oft genannt und gebraucht. Das Oel aus dem Samen des Rübsens, des Rapses und des Hanfes brennen wir ja in unseren Lampen. Das Baumöl aus den Früchten des Olivenbaumes gepreßt und das Mohnöl aus dem Mohnsamen benutzen wir bei der Zubereitung mancher Speisen. Auch das ist wohl den Meisten nicht unbekannt, daß man aus süßen und bitteren Mandeln, aus Pflaumen-, Kirsch- und Aepfelkernen, aus Wallnüssen, Haselnüssen und Bucheckern u. s. w. ein brauchbares Oel bereitet. Die flüssigen Fette werden fette Oele, die weichen Schmalz oder Fett und

die harten Talg genannt. Auf künstlichem Wege können die Fette nicht dargestellt werden.

Die Fette zeigen gegen viele Körper eine starke Anhängungskraft, daher sie z. B. leicht an den Fingern hängen oder kleben bleiben. Aus diesem Grunde dringen sie auch leicht und tief in die Poren anderer Körper z. B. in Holz, Papier und Leder &c. ein. Besonders stark wird das Fett von Thon und Lehm eingesaugt, mit deren Hilfe man es auch aus Holz und anderen Stoffen wieder herausziehen kann. Wasser und Fett ziehen dagegen einander nicht an, wie auch die Fette im Wasser unlöslich sind. Daher schützt man Holz, Leder und andere Gegenstände durch Anstreichen oder Einreiben mit Oel vor dem Eindringen des Wassers. In Alkohol und besonders in Aether können sie aber aufgelöst werden.

An der Luft saugen die Oele Sauerstoff ein, erhalten dadurch einen ranzigen Geruch und Geschmack, und manche werden dabei dickflüssiger, andere sogar fest und trocken. Jene nennt man Schmieröle, weil sie zum Einschmieren besonders tauglich sind, diese dagegen Firnißöle, weil sie zum Anstrich sich vorzüglich eignen. Das Einsaugen und die Verdichtung des Sauerstoffs im Oele ist auch die Ursache, daß bei frisch geölten Zeuchen, wenn sie zusammengepreßt liegen, eine Selbstentzündung eintreten kann. Denn immer wird Wärme frei, wenn ein luftförmiger Körper zu einem flüssigen oder festen sich verdichtet.

Das Oel verflüchtet sich schwer in der Wärme, daher ein Fettfleck, z. B. auf Papier, nicht verschwindet, wenn man es auch auf den heißen Ofen legt. Bei einer Hitze von etwa 250 Grad fängt es aber an zu sieden und löst sich in Dampf auf, der aus zersetztem Oel besteht. In diesem zersetzten Zustande brennt es mit heller Flamme, denn das Zersetzungsprodukt ist hauptsächlich das **Leuchtgas**, auch Oelgas genannt. Hierauf beruht die Anwendung der Fette und fetten Oele zu Lichten und in Oellampen, wie früher schon angeführt worden ist. Mit Wasser darf brennendes Fett oder Oel nicht gelöscht werden, weil das Wasser wegen größerer Schwere in das Oel einsinkt, von der Hitze plötzlich in Dampf verwandelt wird und das brennende Oel umherschleudert.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach bestehen die Fette aus viel Kohlenstoff, Wasserstoff und weniger Sauerstoff, sind also **stickstofffreie** Körper. Zunächst läßt sich aber jedes Oel in einen Stoff, den man Oelsüß genannt hat, und eine Oelsäure zerlegen. Auf die verschiedenen Oelsäuren gründen sich hauptsächlich die verschiedenen Oelarten. Zwei dieser Oelarten, die gewöhnlich mit einander gemischt vorkommen, sind besonders zu bemerken, nämlich **Stearin** und **Elain**. Läßt man z. B. gewöhnliches Brennöl in der Kälte stehen, so wird ein Theil fest und talgartig, während der andere flüssig bleibt. Das festgewordene ist Stearin, d. h. eine Verbindung von Oelsüß und Stearinsäure; das flüssig gebliebene ist Elain, eine Verbindung von Oelsüß und Elainsäure. In einem Pfunde Rindstalg befinden sich $^3/_4$ Pfund Stearin, in einem Pfunde Baumöl nur etwa $^1/_4$ Pfund, daher jener fest und dieses flüssig ist.

Die Fettsäuren werden besonders im gewerblichen Leben wichtig

in ihren Verbindungen mit Natron oder Kali, welche Verbindungen den Namen Seifen führen.

Seifen. **Versuch.** Man koche in einer schwachen Lauge, die man aus 4 Gramm Aetznatron und 32 Gramm Wasser bereitet hat, 48 Gramm Rindstalg und gieße unter fortwährendem Kochen eine stärkere Lauge (aus 4 Gramm Aetznatron und 32 Gramm Wasser bereitet) hinzu, so wird eine dicke und schaumige Masse entstehen. Setzt man dann noch 2 Gramm Kochsalz hinzu und läßt es noch einige Minuten kochen, so erhält man beim ruhigen Erkalten eine feste Masse und eine Flüssigkeit, welche von jener abgegossen wird. Die feste Masse ist gewöhnliche Hausseife.

Der Vorgang hierbei ist der, daß sich die Fettsäure des Talges mit dem Natron zu fettsaurem Natron verbindet, welche Verbindung man eben **Seife** nennt. Das Oelsüß wird dabei abgeschieden und mit der Flüssigkeit abgegossen.

Nimmt man beim obigen Versuche statt des Talges Baumöl, so erhält man die sogenannte Oelseife, wie man überhaupt durch jede Art von Fett oder Oel eine besondere Seife herstellen kann. Nimmt man statt der Natronlauge eine Kalilauge, so bleibt die Masse weich und man bekommt die sogenannte Schmierseife oder Kaliseife. Mit Hilfe von Kochsalz, das als Bestandtheil Natrium enthält, läßt sich Kaliseife in Natronseife umwandeln. — Die bunten Seifen werden durch besondere Färbung hergestellt.

Die Anwendung der Seifen beruht auf ihrer Eigenschaft, Fette, Oele und die meisten organischen Stoffe leicht aufzulösen und dadurch Wäsche und andere Gegenstände von denselben zu reinigen. Dabei erhalten sie die Gegenstände geschmeidig und machen sie schlüpfrig, wodurch das Abspülen erleichtert wird. Dieselbe reinigende Wirkung läßt sich aber auch in der Hitze durch einfaches kohlensaures Natron erreichen und hierauf gründet sich die sogenannte Dampfwäsche.

Gießt man Kalkwasser in Seifenwasser, so verbindet sich die Fettsäure mit dem Kalke zu einem unlöslichen Körper, weshalb man kalkhaltiges Wasser, wie das sogenannte Brunnenwasser, nicht wohl zum Waschen brauchen kann.

Die Stearinlichte werden aus reiner Stearinsäure verfertigt. Indem man den Talg mit Kalkmilch vermischt, verbindet sich die Stearinsäure des Talges mit dem Kalke und indem man dann dem stearinsauren Kalke Schwefelsäure zusetzt, verbindet sich wieder der Kalk mit der Schwefelsäure und die Stearinsäure wird frei. Diese Stearinsäure ist eine blendend weiße krystallinische Masse und giebt eben die Stearinlichte.

Flüchtige Oele.

Außer den fetten Oelen findet sich noch eine andere Art von Oelen in den Pflanzen, in Blüthen, Blättern oder Früchten, die flüchtige oder ätherische Oele heißen. Sie heißen darum flüchtige Oele, weil sie nach und nach verdampfen. Wer wüßte nicht, daß manche Blumen und Blü=

then durch ihren angenehmen Geruch uns erfreuen! Wie angenehm ist der Duft der Rose und des Veilchens! Wie gern sitzen wir unter einer blühenden Linde oder in der Nähe eines blühenden Hollunderbaumes. Das sind die flüchtigen Oele in den Blüthen, welche diesen angenehmen, bei manchen auch unangenehmen und betäubenden Geruch verbreiten. Eine Art dieser Oele besteht nur aus Kohlen- und Wasserstoff, eine zweite Art zugleich auch aus Sauerstoff und einige wenige noch aus Schwefel oder Stickstoff. Die dergleichen Oele enthaltenden Pflanzenstoffe werden als Gewürze, zu wohlriechenden Wassern und in der Arznei benutzt. Die Benutzung der flüchtigen Oele bei der Liqueurbereitung wird dadurch so leicht möglich, weil sie im Weingeist löslich sind.

Das bekannte Terpentinöl ist im Safte der Nadelbäume enthalten und besitzt die Eigenschaft, viele Harze aufzulösen und mit ihnen Firnisse zu bilden. — Die sogenannten Fuselöle kommen im Korne und in Kartoffeln und daher auch im Branntweine vor. Bei den meisten dieser Oele, z. B. Citronenöl, Nelkenöl, Zimmtöl 2c., deuten schon die Namen auf ihren Ursprung hin. Das Bittermandelöl ist seines Blausäuregehaltes wegen sehr giftig. Bei der trockenen Destillation des Holzes und der Steinkohlen erhält man das Holztheeröl und Steinkohlentheeröl. Zu den flüchtigen Oelen gehört auch das an manchen Orten aus der Erde quellende Stein- oder Petreöl.

Läßt man ein flüchtiges Oel längere Zeit an der Luft stehen, so verwandelt es sich nach und nach in Harz, in einen klebrigen, nicht mehr flüchtigen Körper. Ist z. B. Terpentinöl $= C_{10}H_{16}$ längere Zeit dem Zutritte der Luft ausgesetzt, so verbindet sich ein Atom Wasserstoff mit einem Atom Sauerstoff zu Wasser und es bleibt $C_{10}\ H_{15}$. Hierzu tritt dann ein Atom Sauerstoff und so ist das Harz $= C_{10}\ H_{15}\ O$ gebildet.

Harze.

Die Harze sind sehr allgemein im Pflanzenreiche verbreitete, meist gelblich aussehende klebrige Stoffe. Man darf nur an einer Fichte oder Tanne die Rinde aufritzen und bald werden sich hervorquellende, dickflüssige Tropfen zeigen, die in kurzer Zeit an der Luft erhärten. Gewöhnlich sind die Harze mit flüchtigen Oelen gemischt, in denen sie sich aufgelöst haben und dadurch eben flüssig geworden sind. An der Luft verdunsten die flüchtigen Oele, und daher kommt es, daß das Harz erstarrt. Die beigemischten flüchtigen Oele sind auch die Ursache des sogenannten Harzgeruchs, den man z. B. empfängt, wenn man durch einen Fichten- oder Tannenwald wandert. Manche harzige Pflanzensäfte, die aus Bäumen der heißen Zone ausfließen und durch Wohlgeruch sich auszeichnen, führen den Namen Balsame.

In Weingeist sind die Harze ebenfalls löslich, dagegen unlöslich in Wasser, weshalb man auch Harzflecke mit Wasser nicht wegwaschen kann. Ihrer Unlöslichkeit im Wasser wegen benutzt man sie auch zum Bestreichen von Holz oder Metall, um diese vor dem Eindringen des Wassers und der Luft zu schützen. Zu diesem Zwecke löst man das Harz erst in Weingeist oder einer andern Flüssigkeit auf, bestreicht damit das Holz, und wenn dann das Lösungsmittel sich wieder verflüchtigt, so bleibt ein

glänzender Ueberzug von Harz als sogenannter Firniß oder Politur zurück. So benutzt man auch das Harz oder Pech, wie man das gereinigte Harz auch nennt, zum Verpichen der Bierfässer, Weinflaschen u. s. w. In der Luft verändern sich die Harze fast gar nicht, weil sie nur geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen.

Gewöhnlich ist dem Harze etwas Wasser beigemengt. Wird dasselbe durch Erhitzen ausgetrieben, so erhält man ein durchsichtiges Harz, das unter dem Namen Colophonium bekannt ist und zum Bestreichen der Violinbogen, Gewichtsschnuren ꝛc. dient. Läßt man Colophonium einige Zeit brennen und löscht ihn dann aus, so bekommt man das zähe Schusterpech.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach bestehen die Harze aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Daher sind sie auch brennbar und verbrennen ihres großen Wasserstoffgehaltes wegen mit besonders starker Flamme, setzen aber auch zugleich viel Ruß ab, weil der Kohlenstoff aus diesem Grunde weniger zum Verbrennen gelangen kann. Den im Handel vorkommenden Ruß bereitet man aus Harz, das man bei wenig Luftzutritt verbrennt und dessen Rauch man durch lange Kanäle ziehen läßt, in denen sich der Ruß absetzt.

Außer dem Terpentin, d. h. dem aus Fichten und Tannen schwitzenden Harze, sind noch bemerkenswerth der Schellack, welcher in Ostindien aus einigen Arten von Feigenbäumen quillt und besonders zu Siegellack und beim Poliren verwendet wird, ferner der Mastix, der aus einer Pistazienart tröpfelt, und der Kopal, der einen besonders dauerhaften Firniß giebt.

Gummiharze. Manche Pflanzensäfte sind ein Gemisch von Gummi und Harz. Das Harz ist nämlich in Gummi aufgelöst. So ist z. B. der milchigte Saft im Schöllkraut, der an der Luft zu einer gelbbraunen Masse eintrocknet, ein solches Gummiharz. Desgleichen auch der Aloë, d. h. der getrocknete Saft der Aloëpflanzen. Ein solches Harz ist ferner das bekannte Gummi elasticum (Kautschuk), welches aus dem Safte einiger südamerikanischen Baumarten gewonnen wird und wegen seiner großen Dehnbarkeit mehrfache Anwendung findet. Eine noch größere Anwendung hat das erst 1843 nach Europa gebrachte Gutta Percha erlangt, das aus dem getrockneten Milchsafte eines ostindischen Baumes entsteht und durch gelindes Erhitzen weich und knetbar gemacht werden kann, nach dem Erkalten aber in der ihm gegebenen Form verhärtet und hornartig wird.

Farbestoffe.

Wer hätte nicht schon mit Staunen und Bewunderung den großen Farbenreichthum in der Pflanzenwelt betrachtet! Wie ergötzt uns das herrliche Grün oder die bunte Flur einer beblumten Wiese! Wer vermöchte alle die verschiedenen Abänderungen der Blumen in ihrer Farbenpracht zu unterscheiden? Woher kommen den Blättern und Blüthen diese Farben?

Da giebt es besondere Stoffe in den Pflanzen, welche uns die Pflanzentheile bald roth, bald blau, bald grün oder sonst anders erscheinen lassen. Viele dieser Stoffe finden sich auch ungefärbt in den Pflanzen und gehen erst außerhalb derselben durch gewisse äußere Einwirkungen in den gefärbten Zustand über. Sie heißen Farbestoffe. Leider sind aber diese Farbestoffe meist so lose aus ihren Elementen zu-

sammengesetzt, daß sie schon von Licht und Luft außerordentlich schnell zerstört werden und beim Welken und Vertrocknen der Pflanzen verblassen und vergehen. Durch Chlor können alle Pflanzenfarben zerstört werden, weshalb man es auch zum Bleichen mit Erfolg anwendet.*) Die chemische Zusammensetzung der Farbestoffe ist noch nicht von allen genau bekannt, die meisten enthalten nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, einige außerdem noch Stickstoff. Nur bei wenigen ist es bis jetzt gelungen, sie in krystallinischer Form aus den Pflanzen abzuscheiden.

Zu den verbreitetsten Farbestoffen gehört das **Blattgrün**, welches den Blättern und anderen Pflanzentheilen das schöne grüne Aussehen giebt. Dieses Blattgrün erzeugt sich nur, wenn die Pflanzen dem Lichte ausgesetzt sind, und wird auch sehr bald zersetzt, sobald man es von der Pflanze abscheidet. In Folge eines chemischen Prozesses verwandelt es sich in Blattgelb und Blattroth, und die Blätter erhalten daher im Herbste ein verändertes Aussehen.

Diejenigen Farbestoffe, welche nicht so leicht der Zersetzung anheim fallen, werden zum Färben anderer Stoffe benutzt. Zu diesen gehören z. B. der gelbe Farbestoff im Gelbholze, im Wau, im Saffran, im Orlean 2c.; der rothe Farbestoff in der Wurzel des Krapp, im Fernambukholze, im Sandelholze 2c.; der blaue Farbestoff, der unter dem Namen Lackmus mittels Kalkzusatz aus rothen Farbestoffen einiger Flechtenarten gewonnen wird. Eins der vorzüglichsten Farbmaterialien ist der Indigo, der aus dem farblosen Safte mehrerer Pflanzen Indiens durch Aufnahme von Sauerstoff sich erzeugt und durch seine große Dauerhaftigkeit, die selbst den stärksten Säuren widersteht, sich auszeichnet.

III. Die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

Vier Stoffe sind es, und diese vier Stoffe fast einzig und allein, welche der weise Schöpfer zum Aufbau der ganzen Pflanzenwelt verwendet hat. Nur auf den verschiedenen Verbindungen dieser Elemente unter einander beruht die unendliche Mannigfaltigkeit, welche uns in diesem Reiche der Natur entgegentritt. Die Mehrzahl aller Pflanzenstoffe ist aus drei, der übrige Theil aus vier Elementen zusammengesetzt und nur eine kleine Anzahl enthält außer Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und dem festen Kohlenstoffe auch noch Schwefel und Phosphor. Diese Stoffe sind aber alle verbrennlich und verbinden sich in der Hitze unter einander zu luftförmigen oder dampfförmigen Körpern. Daher auch alle Pflanzentheile von der Wurzel bis zum Gipfel dem Prozesse der Verbrennung unterworfen sind.

*) Alle organischen Farbestoffe können durch gleichzeitige Einwirkung von Licht, Luft und Feuchtigkeit, manche schnell, manche nur sehr langsam, gebleicht, d. h. zerstört werden, weil der Sauerstoff durch Vermittelung des Wassers und unter dem Einflusse des Lichts sich chemisch mit dem Farbestoffe zu farblosen Verbindungen vereinigt. Der Sauerstoff wirkt aber viel rascher, wenn er sich vorher schon in einer chemischen Verbindung befindet und in demselben Augenblicke, als er diese verläßt, mit dem Farbestoffe in Berührung kommt. Daher erklärt sich die kräftige bleichende Wirkung des Chlors, der Chromsäure, der sogenannten Bleisalze u. s. w. Manche Farbestoffe zerstört man auch dadurch, daß man ihnen den Sauerstoff entzieht, z. B. durch Anwendung von schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff 2c. Wenn man jene Bleichmittel in mehr oder weniger beschränktem Maße oder in mehr oder weniger verdünntem Zustande anwendet, so können dadurch aber auch mannigfaltige Farbenveränderungen hervorgebracht und nicht selten sehr vergängliche Farben in sehr dauerhafte umgewandelt werden. In dieser Beziehung leistet besonders die Chromsäure in der Färberei wichtige Dienste.

Die vorstehende Behauptung, daß jede Pflanze nur aus den so eben angegebenen Elementen bestehe, bedarf jedoch einer Berichtigung. Bestände wirklich die Pflanze nur aus diesen Elementen, dann müßte sie auch bei der Verbrennung ganz und gar in luft- und dampfförmige Stoffe sich verwandeln. Das ist aber, wie die Erfahrung uns lehrt, nicht der Fall. Man verbrenne irgend eine Pflanze und es wird jedesmal ein nicht verbrannter Rückstand, den wir Asche nennen, übrig bleiben.

Was ist die Asche? Woraus besteht sie? In der Asche findet die chemische Untersuchung noch andere Bestandtheile, als vorhin genannt worden sind, nämlich Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, desgleichen Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlornatrium und Chlorkalium. Diese einfach zusammengesetzten Körper sind bekanntlich unorganische Stoffe. In der Asche kommen sie auf verschiedene Weise unter einander verbunden vor zu doppelt zusammengesetzten Körpern oder Salzen, z. B.

Kohlensäure verbunden mit Kali zu kohlensaurem Kali,
Kohlensäure verbunden mit Natron zu kohlensaurem Natron,
Kohlensäure verbunden mit Kalk zu kohlensaurem Kalk 2c.
Schwefelsäure verbunden mit Kalk zu schwefelsaurem Kalk,
Phosphorsäure verbunden mit Kalk, Kali u. s. w.

Also kurz, die Asche ist ein Gemenge von verschiedenen Salzen und die Pflanze muß demnach auch diejenigen Stoffe oder Elemente enthalten, aus welchen diese Salze gebildet sind. —

Zugleich ist zu merken, daß nicht in allen Pflanzen gleiche Mengen dieser Salze vorkommen, sondern daß in der einen Pflanzenart diese Salze, in der andern Art jene vorherrschend sind. Gleiche Pflanzenarten geben aber dieselben Salze und meist auch verhältnißmäßig dieselben Mengen. Hieraus geht hervor, daß jede Pflanzenart auch diese oder jene unorganischen Stoffe zu ihrem Leben und ihrer Erhaltung nothwendig hat und daß sie daher auf einem Boden nicht gedeihen kann, dem diese Stoffe fehlen, die der Pflanze gerade eigenthümlich sind.

Nach dem Gehalte ihrer Asche kann man die Kulturpflanzen eintheilen: 1) in Alkalipflanzen, d. h. solche, deren Asche besonders Kali- und Natronsalze enthält, z. B. Kartoffeln und Runkeln; 2) in Kalkpflanzen, z. B. Klee und Erbsen; 3) in Kieselpflanzen, zu denen die Gräser gehören, und 4) in Phosphorpflanzen, wie Roggen und Weizen. Hiermit ist aber nicht gemeint, daß in den Alkalipflanzen blos Kali- und Natronsalze und in den Kalkpflanzen blos Kalksalze u. s. w. vorkämen.

Die Aschenbestandtheile machen aber immer nur einen geringen Theil der Pflanzenstoffe aus. So sind in 100 Pfund Eichenholz nur 2 bis 4 Pfund Asche, im Weizenstroh nur 4 bis 6 Pfd., im Kartoffelkraute dagegen an 15 Pfd. enthalten.

Die Ernährung der Pflanzen.

Schon in früherer Zeit hat man die Frage aufgeworfen, wovon denn die Pflanzen eigentlich leben. Denn daß die Pflanzen eben auch Nahrung zu sich nehmen müssen, wie die Thiere, ist längst schon bekannt gewesen. Freilich geschieht bei ihnen die Aufnahme der Nahrung nicht durch eine einzige Mundöffnung, sondern durch unzählbar feine Oeffnungen, die an allen Theilen der Pflanze sich finden. Durch diese Oeffnungen, welche mit bloßen Augen nicht einmal erkennbar sind, wird der Nahrungsstoff aufgesaugt. Namentlich ist es die Wurzel, welche mit ihren feinen Saugwerkzeugen die Aufnahme der Pflanzennahrung im Boden vermittelt, während die Blätter mehr dazu bestimmt sind, mit den sie nährenden Stoffen in der Atmosphäre in Verbindung zu treten und auch die unbrauchbaren oder schon verbrauchten Stoffe wieder auszuhauchen. Man stelle nur eine Pflanzen**wurzel** in ein Gefäß mit Wasser und man wird bald bemerken, daß das Wasser im Gefäße abnimmt und von der Wurzel muß eingesaugt worden sein. Stellt man dagegen einen frisch abgeschnittenen mit Blättern versehenen Pflanzen**zweig** unter eine Glasglocke, so kann man an dem Feuchtwerden der inneren Glaswände ersehen, daß die Blätter Wasserdampf müssen ausgehaucht haben. Die Pflanze bedarf also zu ihrem Leben Nahrung.

Worin aber die Nahrung der Pflanze besteht, auf diese Frage hat man erst in der neuern Zeit die rechte Antwort gefunden. Indem die Chemie uns lehrte, welche Stoffe in der Pflanze sich finden und aus welchen Elementen diese Stoffe zusammengesetzt sind, ist erst die rechte Antwort möglich geworden.

Die Stoffe, welche in der Pflanze als Bestandtheile sich finden, diese Stoffe müssen auch von der Pflanze als Nahrung aufgenommen werden.

Denn so viel ist gewiß, daß die Elemente in der Pflanze nicht von selbst und aus nichts entstehen können, wie überhaupt in der ganzen Natur kein Beispiel sich findet, daß Etwas von selbst und aus nichts entstände.

Alle Pflanzenstoffe bestehen aber, wenn wir von den geringen unorganischen Bestandtheilen einstweilen absehen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, etwas Schwefel und Phosphor. Diese Elemente muß nun auch die Pflanze nothwendiger Weise von außen in sich aufnehmen. Woher bekommt sie aber die Pflanze? Woher sie zwei dieser Stoffe bekommt, das ist leicht zu errathen. Nimmt nicht jede Pflanze große Mengen von Wasser auf und muß sie aufnehmen, wenn sie nicht in kurzer Zeit absterben soll? Das Wasser besteht aber aus **Wasserstoff** und **Sauerstoff**, und als Wasser werden diese beiden Stoffe somit der Pflanze zugeführt. Darum bedarf die Pflanze des Regens oder des Begießens. Und außerdem sind es die in der Luft befindlichen Wasserdämpfe, welche der Pflanze als Nahrung dienen. Darum ist in heißen Ländern, wo es selten regnet, der Thau den Pflanzen unentbehrlich. Weil die Pflanze aber viel mehr Wasser aufnimmt, als sie zu ihrer

Ernährung braucht, so wird ein großer Theil desselben von den Blättern wieder ausgehaucht.

Woher erhalten aber die Pflanzen den Kohlenstoff? Der Kohlenstoff ist sogar ein fester Körper, den die Pflanze deshalb nicht einmal auffsaugen kann. Da kommt der Pflanze die Kohlensäure zu Hilfe, die immer in der atmosphärischen Luft sich vorfindet und auch ein luftförmiger und noch dazu im Wasser löslicher Körper ist. Auch die Humuserde, wie wir schon wissen, ist reich an Kohlensäure, die aus den verwesenden Stoffen sich bildet. So saugen nun die Blätter der Pflanzen aus der Luft und die Wurzeln aus der Humuserde und mit dem Wasser die nothwendige Kohlensäure ein, und diese versorgt die Pflanze mit Kohlenstoff.

Muß aber nicht die Kohlensäure in der Luft endlich zu Ende gehen, wenn die Pflanzen fortwährend von Kohlensäure sich nähren? Wer diese Frage aufwirft, hat gewiß nicht daran gedacht, welche Mengen von Kohlensäure in jeder Minute von Menschen und Thieren ausgeathmet werden und bei jedem Verbrennungs- und Verwesungsprozesse sich erzeugen.

Nun ist nur der Stickstoff noch übrig, den die Pflanze, wenn auch nicht zu allen, doch zu manchen ihrer Bestandtheile nöthig hat. Woher wird dieser von der Pflanze bezogen? Man könnte leicht an den Stickstoff der atmosphärischen Luft denken. Jedenfalls bekommt aber die Pflanze ihren Stickstoff, indem sie Ammoniak (NH_3) aufnimmt, der aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist. Bei der Verwesung thierischer und pflanzlicher Körper wird immer auch, indem Wasserstoff und Stickstoff sich chemisch verbinden, Ammoniak gebildet. Dieses Ammoniak vereinigt sich dann mit Kohlensäure zu kohlensaurem Ammoniak, das als ein flüchtiger Körper in die Luft entweicht. Aus der Luft wird es durch Regen und Schnee wieder herabgeführt, auch von dem Humusboden, von Lehm- und Thonboden aufgesaugt und mit dem Wasser zugleich dann von den Pflanzen aufgenommen.

Die Nahrungsmittel der Pflanze sind demnach

Wasser,
Kohlensäure und
Ammoniak.

Diese Stoffe enthalten also die Elemente, welche zur Bildung der Pflanze nothwendig sind. Auf eine uns noch unbekannte Weise werden sie in der Pflanze erst zersetzt und dann die Elemente zu neuen Stoffen, zu Stärke, Eiweiß, Kleber u. s. w. vereinigt. Was also in der Pflanze geschieht, das sind chemische Vorgänge, die wir freilich nicht weiter erklären und nachmachen können.

Wer da weiß, daß die Pflanze zwei Nahrungsmittel aufnimmt, welche Sauerstoff enthalten, wird leicht auch auf die Vermuthung kommen, daß der Pflanze auf diese Weise mehr Sauerstoff zugeführt wird, als sie verbrauchen kann. Das ist auch wirklich der Fall, und der überschüssige Sauerstoff wird von der Pflanze wieder ausgehaucht. Unter der Einwirkung des Lichts geht die Zersetzung der Kohlensäure in der Pflanze vor sich, und im Lichte entströmt der Pflanze nun auch Sauer-

stoff. Der aus der Luft durch das Athmen der Menschen und Thiere verbrauchte Sauerstoff wird durch die Pflanzenwelt aus der Kohlensäure wieder ausgeschieden und somit der Atmosphäre zurückgegeben. Damit ist zugleich auch die Frage einigermaßen entschieden, warum der Sauerstoff der Luft seit Jahrhunderten durch das Athmen der Menschen und Thiere höchst wahrscheinlich in keiner Weise vermindert worden ist.

Blicken wir noch einmal zurück auf die oben genannten Nahrungsmittel der Pflanzen, so wird man die Behauptung gar nicht sonderbar finden, daß die Pflanze von der Luft lebe. Denn Wasser — wenn wir an Wasserdampf denken —, Kohlensäure und Ammoniak sind erstens selbst luftförmige Körper, und zweitens sind sie auch in größeren oder geringeren Mengen in der Atmosphäre enthalten. Die Sache ist richtig und dennoch stoßen uns Zweifel auf.

Wenn die Pflanze wirklich von der Luft lebt, wie kommt es dann aber, daß der Landmann seine Felder düngen muß und daß, wie die Erfahrung lehrt, im Humusboden die Pflanzen besser gedeihen, als in manchem andern? Giebt's nicht überall in der Luft auch Wasserdampf, Kohlensäure und Ammoniak? Enthält sie nicht einen ausreichenden, man kann sagen, unerschöpflichen Vorrath von diesen Stoffen, da die Prozesse, durch welche sie auf der Erde erzeugt werden, ohne Unterbrechung fortdauern? Woher nun die größere Fruchtbarkeit auf Humuserde oder mit verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen gedüngtem Lande? Hören wir die Antwort:

Die Aufnahme des Nahrungsstoffes geht bei der Pflanze, wie schon vorher bemerkt worden ist, hauptsächlich durch die Wurzel vor sich, und der Wurzel müssen daher besonders jene Nahrungsstoffe zugeführt werden. Das geschieht natürlich durch den Boden, auf welchem die Pflanzen wachsen. Nun besitzt aber keine Bodenart die Eigenschaft in so hohem Grade, die Wasserdünste der Luft einzusaugen, als gerade der Humusboden. Und merkwürdiger Weise zeichnet sich auch der Humus durch seine besondere Kraft aus, Ammoniakgas der atmosphärischen Luft zu entziehen und in sich anzusammeln, so wie auch bei seiner Zersetzung Kohlensäure und Ammoniak zu bilden. Der Humus ist daher gleichsam die Speisekammer der Pflanze, und er enthält fortwährend ein mit Kohlensäure und Ammoniak vermischtes Wasser, das seine einsaugende Kraft immer wieder ersetzt, wenn es von der Pflanzenwurzel ihm entzogen worden ist. Hierin besteht also der Nutzen des mit verwesenden Stoffen versehenen Bodens, und trotzdem, daß wir behaupten, die Pflanze kann von der Luft leben, müssen wir dem Landmanne doch anrathen, auf die Düngung seiner Felder zu halten.

Hierzu kommt noch, daß im Dünger und im Humus eine fortgehende Verwesung stattfindet und dabei Wasser, Kohlensäure und Ammoniak im Humus selbst gebildet werden und den Pflanzen unmittelbar zur Ernährung sich darbieten. Aber das ist nicht die Hauptsache. Die Hauptsache ist, daß der Humusboden die Nahrungsmittel der Pflanze aus der Luft entnimmt und sie der Pflanzenwurzel zugänglich macht.

Aber auch mit dieser Antwort können wir uns noch nicht voll-

kommen begnügen. Warum gedeiht denn auf ein und demselben Boden die eine Pflanze besser als die andere? Warum gedeihen z. B. manche Pflanzenarten recht gut auf sandigem Boden, während andere darauf verkümmern? Warum sind auf manchen Landstrichen gewisse Pflanzenarten bei allem Fleiße und aller Mühe nicht in Aufnahme zu bringen, während doch andere üppig emporwachsen? Wir denken hier gar nicht an die klimatische Verschiedenheit, sondern an Landstrecken, die in gleichen Himmelsstrichen und oft sehr nahe an einander liegen. Ja, wir könnten noch fragen, wie geht es zu, daß ein Feld für eine gewisse Pflanzengattung nach einer Reihe von Jahren unbrauchbar wird, und dann doch andere Pflanzengattungen auf demselben Felde gebaut werden können?

Hier müssen wir uns daran erinnern, daß die Pflanzen **nicht allein** von der Luft zu leben im Stande sind, daß sie auch **unorganische Stoffe** enthalten und darum auch unorganische Stoffe als Nahrung aufnehmen müssen. Wir haben uns an die Asche zu erinnern, welche beim Verbrennen der Pflanze im Rückstande bleibt und bei den verschiedenen Pflanzenarten auch verschiedene Mengen dieser oder jener unorganischen Stoffe (Säuren, Basen und Salze) als Bestandtheile uns vorführt. Also auch unorganische Stoffe bedarf die Pflanze zu ihrer Ernährung und jede Pflanzengattung natürlich gerade diejenigen Stoffe, die zu ihrer eigenthümlichen Bildung nothwendig sind.

Woher bezieht die Pflanze diese Stoffe, z. B. Kalk, Kieselerde, Kali, Natron und andere? Diese Stoffe bezieht sie aus dem Boden, auf dem sie gesäet oder gepflanzet ist, und natürlicher Weise müssen auch diese Stoffe in dem Boden sich wirklich finden, auf welchem die Pflanze wachsen und gedeihen soll. In den meisten Erden und Steinen, welche die Oberfläche unserer Erde bilden, sind auch diese Stoffe enthalten. Durch allmälige Verwitterung, d. h. Zersetzung, werden sie frei und durch neue Verbindungen im Wasser löslich, um mit dem Wasser in die Pflanze eindringen zu können.

Da nun aber manche Pflanzen vorzugsweise Kali, andere Natron, noch andere Kalk, noch andere Kieselerde bedürfen, so ist auch natürlich, daß jede dieser Pflanzen nur auf dem Boden üppig aufwachsen kann, der in hinreichender Menge die ihr eigenthümlichen Stoffe bietet, daß sie verkümmern muß in einem Boden, dem sie fehlen. So gedeiht z. B. kein Weizen in dem humusreichsten Boden oder in der reinen Baumerde, aus dem einfachen Grunde, weil sie keine Kieselerde enthalten, ohne welche der Weizen nicht bestehen kann. So kann der sogenannte Torf- oder Moorboden, der fast ganz allein aus Humus besteht, verhältnißmäßig nur sehr wenig Pflanzengattungen ernähren, während viel mehr auf Kalk-, Sand- und Thonboden wachsen.

Will man also einer Pflanze den rechten Boden verschaffen, dann muß man erstlich ihre Asche untersuchen, welche Salze (Natronsalze, Kalksalze 2c.) sie besonders enthält, und dann zweitens den Boden, ob auch diese Salze in hinreichender Menge sich da vorfinden. Man sieht

hieraus, wie wichtig die chemischen Kenntnisse für Feld- und Gartenbau sein können.

Jetzt erklärt es sich auch, warum manche Pflanzenart eine Zeit lang auf einem Felde wächst und endlich nicht mehr gedeihen will. Sie kann nämlich dann nicht mehr fortkommen, wenn sie die ihr nothwendigen Stoffe aus dem Boden verbraucht hat. Für eine andere Pflanzenart kann dagegen der Boden noch tauglich sein, wenn sie andere unorganische Stoffe verlangt, die im Boden sich noch finden. Später kann auch die erste Pflanzenart wieder darauf gedeihen, wenn im Laufe der Zeit, durch Verwitterung der Gesteine, wieder Vorrath an unorganischen Nahrungsmitteln für sie geschafft worden ist. Hierauf gründet sich die sogenannte Brache, so wie auch der Fruchtwechsel, nach welchem man mit den Früchten abwechselt und das Feld einmal mit Kalipflanzen, ein anderes Mal mit Kieselpflanzen u. s. w. besäet.

Aber auch durch Düngung kann man dem Boden zu Hilfe kommen, damit er zur Ernährung dieser oder jener Pflanzengattungen geschickt wird. Dies geschieht, indem man solche mineralische Stoffe, welche Kalk, Kali, Natron, Kieselerde, Phosphorsäure 2c. enthalten, dem Boden zuführt. Daher bestreut man die Felder mit Kalk, Gyps, gebranntem Lehm, Holzasche, Knochenasche, Knochenkohle, Düngesalz u. s. w. Freilich muß man dabei wissen, ob die Pflanzen, die man bauen will, vorzugsweise des einen oder andern dieser Stoffe bedürfen. Hat man das Rechte getroffen, und die Chemie lehrt es uns treffen, dann wird man auch durch eine reiche Ernte dafür belohnt werden.

Auch der gewöhnliche Stalldünger enthält die oben genannten Salze, und darum ist auch dieser zur Fruchtbarmachung der Felder und Gärten ein vorzügliches Mittel. Der Dünger von Thieren, die mit Hafer gefüttert worden sind, ist zugleich der beste Dünger für ein Haferfeld, denn er liefert gerade diese Stoffe, die der Hafer braucht. Der Dünger von Thieren, die man mit Kartoffeln, Erbsen oder Klee füttert, giebt zugleich den besten Dünger für Kartoffeln, Erbsen und Klee ab.

Auf Grund dieser Betrachtungen hat man in neuerer Zeit den sogenannten mineralischen Dünger erfunden, mit welchem für jede Bodenart und für jede Pflanze gerade diejenigen mineralischen Stoffe geliefert werden sollen, deren die Pflanze bedarf und die dem Boden fehlen. Welchen Erfolg man damit erzielen wird, muß die spätere Erfahrung noch lehren. Sollte auch jetzt das Rechte noch nicht gefunden worden sein, so ist doch die Ansicht, die zu Grunde liegt, so richtig, daß dem Landbaue gewiß noch auf diesem Wege die größten Vortheile werden verschafft werden. Der weise und gütige Schöpfer hat die Natur so eingerichtet, daß der vernünftige Mensch durch Nachdenken und Ueberlegung sie immer mehr für seine Zwecke sich dienstbar machen kann. Und die Befürchtung ist daher wohl unbegründet, daß einst die Natur nicht mehr ausreichen werde, die Bedürfnisse der zunehmenden Menschheit zu befriedigen. Der Mensch gebrauche nur die hohen Kräfte, die ihm Gott verliehen hat, und er wird immer neue Mittel entdecken, der Natur noch größere Erfolge abzunöthigen.

B. Die Chemie in der Thierwelt.

Der Kreislauf der Nahrungsstoffe.

Wie das Leben der Pflanze, so ist auch das Leben des thierischen Körpers eine fortdauernde, ununterbrochene Reihe chemischer Vorgänge. Wie die Pflanze, so müssen auch der Mensch und das Thier gewisse Stoffe in sich aufnehmen, die dann im Körper chemischen Veränderungen unterliegen und in Bestandtheile desselben sich verwandeln. Aber auch diese Bestandtheile sind wiederum einer steten chemischen Verwandlung unterworfen, werden dadurch untaugbar für die Zwecke des Körpers und müssen durch Ausscheidung wieder entfernt werden. Wie in der ganzen Natur, so ist auch im thierischen Körper ein immerwährendes Entstehen und Vergehen.

Der Uebergang der Nahrungsstoffe in Blut. Wenn der Mensch oder das Thier durch den Mund die Nahrungsmittel aufgenommen hat, so werden sie von hier aus durch die Speiseröhre in den Magen geführt. Schon im Munde sind die Speisen mit einer Flüssigkeit, dem Speichel, der aus den sogenannten Speicheldrüsen schwitzt und in denselben aus dem Blute bereitet wird, vermischt worden. Er durchfeuchtet die trocknen Nahrungsmittel und erleichtert, indem er sie schlüpfrig macht, das Schlucken. In chemischer Hinsicht hat er die Fähigkeit, das Stärkemehl in Zucker zu verwandeln. Im Magen kommt noch eine andere Flüssigkeit, der Magensaft, hinzu, welchen die Magendrüsen absondern. Dieser hat namentlich die Eigenschaft, die eiweißartigen Körper und leimhaltigen oder leimgebenden Stoffe aufzulösen. Aus dem Magen gelangen die Speisen in den Dünndarm, wo ebenfalls noch andere Flüssigkeiten hinzutreten, nämlich aus der Leber die Galle und aus der Bauchspeicheldrüse der Bauchspeichel. Die Galle vertilgt die mit den verdauten Speisen in den Dünndarm gelangten Magensäuren, verhindert in gewissem Grade die faulige Zersetzung des Darminhaltes und hat das Vermögen, Fette zu lösen. Der Bauchspeichel besitzt die Fähigkeit, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln, in weit höherem Grade, als der Speichel. Außerdem sondern die Schleimhäute des Darmkanals noch eine Menge von verschiedenartigem Schleim ab. Dieser Darmsaft bewirkt nicht nur eine Verwandlung des Stärkemehls in Zucker, sondern vermag auch, Fleisch und andre eiweißartige Körper in flüssigen Zustand zu versetzen.

Alle diese genannten Flüssigkeiten, welche sich den Speisen beimischen, haben also hauptsächlich den Zweck, die Speisen aufzulösen und flüssig zu machen. Diese Flüssigkeiten bestehen nämlich aus Wasser, in welchem verschiedene Säuren, Alkalien und Salze gelöst sind. Was nun von den Speisen nicht im bloßen Wasser gelöst wird, lösen die Säuren, Alkalien und Salze; was gar nicht gelöst wird, kann nicht als Nahrung für den Körper dienen.

Schon im Magen stellen die genossenen Speisen einen dickflüssigen

Brei dar, den sogenannten Speisebrei. Im Dünndarme wird dieser Brei noch flüssiger und endlich findet er sich in einen dicken, milchigt weißen Saft, den Speisesaft, umgewandelt. Das ist die Umwandlung, welche mit den Speisen, die wir genießen, vom Munde aus bis in den Darmkanal vor sich geht.

Durch die Wände des Darmkanals hindurch dringt nun, aufgesaugt von vielen feinen Drüsen, der Speisesaft in die sogenannten Speisesaftgefäße, d. h. in feine lange Kanäle, welche in großer Menge an den Wandungen der Gedärme hinlaufen. Diese feinen, Adern ähnlichen Gefäße, laufen nach und nach zusammen, vereinigen sich zu größeren Stämmen und endlich in einen, der in eine große Ader einmündet und so den Speisesaft dem Blute zuführt. Zugleich hat der Speisesaft in den Speisesaftgefäßen einer solchen chemischen Veränderung unterlegen, daß er dem Blute immer ähnlicher geworden ist.

In dem Blute finden wir also alle die Nahrungsstoffe wieder, die wir genossen und welche den so eben beschriebenen Weg zurückgelegt haben. Mit andern Worten, das Blut besteht aus Stoffen, die in unseren Nahrungsmitteln enthalten waren. Alle Nahrungsstoffe werden auf dem Wege der Verdauung in Blut verwandelt, und die Verdauung ist eben die Verwandlung der genossenen Speisen in Blut.

Der Kreislauf des Blutes. Das Blut in den Adern wird bekanntlich durch die kräftigen Bewegungen des Herzens, eines großen hohlen Muskels, nach allen Theilen des Körpers hingetrieben. Zunächst tritt das Blut aus dem Herzen in eine große Ader, diese theilt sich bald in mehrere kleinere, jede derselben verzweigt sich in noch kleinere u. s. w., bis endlich überall im Körper, um die Knochen, durch die Muskeln, an der Haut 2c., die feinsten Aederchen hinlaufen. Und wenn man sich in die äußerste Fingerspitze mit einer Nadel sticht, so kommt Blut heraus, da auch bis hierher das Blut in feinen Aederchen geführt wird. Man nennt diese ganz feinen Aederchen Haargefäße, weil sie so dünn sind wie ein Haar und wohl auch noch dünner.

Diese Haargefäße bilden aber nicht das Ende der Adern, sondern sie fangen vielmehr an, sich wieder zu vereinigen. Durch die Vereinigung entstehen wieder größerere Adern, bis diese ebenfalls wieder in einen einzigen Stamm vereinigt sind, der in das Herz einmündet und das Blut dem Herzen wieder zuführt. So macht das Blut einen fortwährenden Kreislauf. Jene Adern, welche das Blut bis in die Haargefäße leiten, heißen Schlagadern oder Arterien; diese, welche es aus den Haargefäßen in das Herz zurückbringen, heißen Blutadern oder Venen. Es ist übrigens gar nicht schwer, sich diese Einrichtung deutlich vorzustellen.

Der Uebergang der Blutbestandtheile in andere Körpertheile. Das Blut in den Blutadern ist aber nicht mehr das in den Schlagadern. Schon durch seine dunkelrothe Farbe unterscheidet es sich

von dem hellrothen arteriellen Blute. Diese Verwandlung ist mit dem Blute in den Haargefäßen vor sich gegangen. Durch die Wände der Haargefäße schwitzen nämlich Blutbestandtheile in die anliegenden Körpertheile, in Fleisch, Haut, Nerven, Knochen u. s. w. über. Während diese Blutbestandtheile von Innen nach Außen durch die Haargefäße dringen, dringen dagegen wieder von Außen, aus den Körpertheilen abgeschiedene und verbrauchte Stoffe in das Innere der Haargefäße und vermischen sich mit dem Blute. Auf diese Weise geht in den Haargefäßen ein fortdauernder Wechsel der Blutbestandtheile vor sich. Die durch die Wände der Haargefäße in Fleisch, Haut, Knochen u. s. w. übergeschwitzten Stoffe des arteriellen Blutes erleiden auch hier eine weitere chemische Verwandlung. Aus ihnen bilden sich Fleisch, Haut, Knochen und alle übrigen Bestandtheile des Körpers. Aber auch diese chemischen Gebilde haben keinen Bestand, sie werden weiter verändert und müssen wieder als unbrauchbar gewordene Stoffe in's Blut zurückgeschafft werden. Daher haben diejenigen ganz recht, welche behaupten, daß im Laufe der Zeit kein einziger Theil der Masse unseres Körpers mehr derselbe ist, der er früher war, weil im Körper ein ununterbrochenes Aufnehmen neuer Stoffe und Abscheiden alter Stoffe stattfindet.

Wiederausscheidung verbrauchter Stoffe. Wie die Speisesaftröhre dem Blute den Speisesaft zuführt, wodurch seine Bestandtheile immerwährend erneuert werden, so werden andererseits die unbrauchbar gewordenen Stoffe aus dem Blute von gewissen Drüsen wieder aufgesaugt, in größeren Kanälen und Gefäßen gesammelt und endlich aus dem Körper abgeschieden. Für gewisse Stoffe sind auch gewisse Abscheidungsorgane vorhanden.

Ein solches Abscheidungsorgan ist unter andern die Lunge, welche fast die ganze Brusthöhle ausfüllt. Das in das Herz zurückgekehrte Blut wird nämlich, ehe es seinen großen Kreislauf wieder beginnt, erst in die Lunge geleitet, in welcher sich die Adern und Aederchen tausendfach verästeln und verzweigen, dann wieder zusammenlaufen und das Blut in's Herz zurückbringen. In die Lunge führt aber auch von der Mundhöhle aus die Luftröhre, welche sich in gleicher Weise hier verzweigt und verästelt, so daß die Wände der Luftröhrenästchen mit den Wänden der Adern und Aederchen in die innigste Berührung kommen. Hier findet nun ein ähnlicher Vorgang statt, wie in den Haargefäßen. Aus dem Blute dringt nämlich Kohlensäure und Wasserdampf in die Lunge, um ausgeathmet zu werden, und umgekehrt geht aus der Lunge der eingeathmete Sauerstoff in's Blut über. Die Kohlensäure ist ein hauptsächliches Zersetzungsprodukt, das also in der Lunge abgeschieden wird, während zugleich wiederum Sauerstoff in's Blut tritt, um die chemischen Vorgänge im Blute 2c. zu bewerkstelligen.

Aus dem ganzen hier geschilderten Verlaufe, welchem die Nahrungsstoffe in unserm Körper unterworfen sind, geht hervor, daß **alle Nahrungsstoffe zunächst in Blut verwandelt werden, und daß andererseits alle Körpertheile aus dem Blute ihre Nahrung empfangen.** Darum

ist vor allen Dingen eine chemische Untersuchung des Blutes unsere Aufgabe. Die Stoffe, welche sich im Blute finden, müssen auch in den Nahrungsmitteln enthalten gewesen sein, und dieselben Stoffe müssen auch alle Theile unseres Körpers zusammensetzen.

Das Blut.

Das Blut ist eine Flüssigkeit, in welcher theils Bläschen mit einem rothen Inhalte, theils weiße körnige Körperchen schwimmen. Freilich sind aber diese farbigen und diese farblosen Blutkörperchen so klein, daß sie mit bloßen Augen nicht wahrgenommen werden können.

Läßt man das aus dem Körper abgeschiedene Blut kurze Zeit ruhig stehen, so gerinnt ein Theil zu einer dunkelrothen Masse, die man Blutkuchen nennt, während der andere Theil als eine gelbliche Flüssigkeit, Blutflüssigkeit genannt, zurückbleibt. Der Blutkuchen erweist sich bei weiterer Untersuchung als aus zwei Stoffen bestehend, nämlich aus Faserstoff (Thierfibrin) und aus dem farbigen Stoffe der Blutkügelchen. Der Faserstoff ist eben derjenige Stoff im Blute, welcher gerinnt, und bei seinem Gerinnen zugleich auch die Blutkügelchen mit in sich einschließt und von denselben sein rothes Aussehen erhält. — Die Blutflüssigkeit besteht aus Wasser, Eiweiß und Salzen. Endlich findet sich auch noch Fett im Blute, sowohl im Blutkuchen, als auch in der Blutflüssigkeit. Demnach ist das Blut ein Gemenge von

Wasser,
Eiweiß, } eiweißartige
Faserstoff, } Körper.
Blutkügelchen,
Salzen und
Fett.

Das Eiweiß, welches einen beträchtlichen Theil des Blutes ausmacht, ist in seinem chemischen Verhalten dem uns schon bekannten Pflanzeneiweiß sehr nahe verwandt, und man kann sich daher auch leicht denken, woher das Eiweiß im Blute seinen Ursprung haben mag. Wenn man die Blutflüssigkeit kocht, so gerinnt darin das Eiweiß, ebenso wie das Pflanzeneiweiß in der Südhitze gerinnt. Auch durch Säuren kann es zum Gerinnen gebracht werden, nur nicht durch Essig- und Phosphorsäure.

Der Faserstoff des Blutes ist ein stickstoffhaltiger (eiweißartiger) Stoff, der mit dem Kleber oder Pflanzenfibrin die größte Aehnlichkeit hat. Merkwürdig ist, daß ihn das Blut, so lange es im lebenden Körper ist, gelöst enthält, daß er aber außerhalb des Körpers sehr bald in festen Zustand übergeht. Wenn man frisches Blut während des Erkaltens quirlt oder schlägt, so bildet der Faserstoff eine fadenartige Masse, die endlich, mit Wasser geknetet, weiß wird und dann eine den Muskelfasern ganz ähnliche Beschaffenheit zeigt. Wer macht hierbei nicht den Schluß, daß aus dem Faserstoffe sich das Fleisch im thierischen Körper bildet? Wenn der im Blute gelöste Faserstoff durch die Wände der Haargefäße

in die Muskelmassen geschwitzt ist, wird er selbst zu Fleisch. Wer kommt hierbei nicht auch auf den Gedanken, daß der Faserstoff im Blute aus dem Kleber in den Nahrungsmitteln, die wir zu uns nehmen, entsteht? —

Die Blutkügelchen sind Bläschen, welche aus einer weißen durchsichtigen Hülle bestehen. Diese Hülle ist aus dem sogenannten Blutbläschenstoffe, einem eiweißartigen Körper, gebildet. Im Innern der Bläschen sind Eiweiß, Salze, Fett und der rothe Blutfarbestoff enthalten, welcher eine Verbindung mit Eisen ist und eben dem Blute das rothe Ansehen ertheilt.

Von Salzen sind im Blute eine Menge verschiedener Arten enthalten, besonders phosphorsaures und kohlensaures Natron; ferner schwefelsaures Natron, desgleichen phosphorsaures, kohlensaures und schwefelsaures Kali, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Eisenoxyd u. s. w. Neben diesen Salzen finden sich besonders noch Chlornatrium (Kochsalz) und Chlorkalium.

Das Fett ist nur in geringer Menge im Blute vorhanden. Fettsäure ist dabei mit Kali oder Natron zu Seife verbunden und dadurch löslich geworden. Während der Verdauung wird das Blut stets fettreicher.

Noch ist zu bemerken, daß das Blut auch Gase enthält, nämlich Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff, welche mit demselben ziemlich locker verbunden sind. Namentlich besitzen die Blutkörperchen ein besonderes Anziehungsvermögen für diese Gase. Der Stickstoff findet sich im arteriellen und venösen Blute in ziemlich gleichen Mengen, der Sauerstoff dagegen kommt im arteriellen Blute in größerer Menge vor, als im venösen, während es mit der Kohlensäure gerade umgekehrt ist.

Hinsichtlich ihrer Menge finden sich die obengenannten Stoffe in folgendem Verhältnisse im menschlichen Blute. Auf 1000 Theile kommen etwa

6	Theile	Faserstoff,
131	„	Blutkörperchen,
785	„	Wasser
71	„	Eiweiß,
5	„	Salze und
2	„	Fett.

Das Blut ist also eine Zusammensetzung aus unorganischen Stoffen, aus organisch eiweißartigen Bestandtheilen und aus organischen Fetten.

Jeder Theil des menschlichen oder thierischen Körpers eignet sich nun aus ihm gerade diejenigen Bestandtheile desselben an, aus welchen er selbst gebildet ist und welche er eben als Ersatz für die verbrauchten und ausgeschiedenen Stoffe bedarf. Alle die im Blute enthaltenen Stoffe werden wir daher auch in den anderen Theilen des Körpers wiederfinden.

Der chemische Bestand einiger festen Theile des Körpers.

Die **Knochen** bestehen etwa zum dritten Theil aus Knochenleim und $^2/_3$ aus Knochenerde. Legt man einen Knochen in's Feuer und läßt ihn so lange liegen, bis er völlig weiß geworden ist, so ist der Knochenleim verbrannt und man hat Knochenerde erhalten. Ebenso bleibt die Knochenerde zurück, wenn man die Knochen mit einer starken (ätzenden) Lauge behandelt, welche den Leim auflöst. Die Knochenerde ist wiederum ein Gebilde aus phosphorsaurer Kalkerde und kleineren Mengen von kohlensaurer Kalkerde, sowie Talkerde, Fluorcalcium und Chlornatrium. Sie ist also lediglich aus unorganischen Substanzen zusammengesetzt.

Wenn man einen Knochen in einem gläsernen Gefäße mit verdünnter Salzsäure übergießt, so löst dieselbe nach und nach die Knochenerde auf und es bleibt eine knorpelige, durchscheinende Masse zurück. Läßt man diese dann einige Zeit im Wasser kochen, so erhält man den gewöhnlichen Knochenleim. Seiner Zusammensetzung nach besteht er aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und einer sehr geringen Menge Schwefel. Er ist demnach ein organisches und dem Eiweiß ähnliches Gebilde.

Ebenso wie aus den Knochen der Knochenleim, so wird aus den Knorpeln der Knorpelleim gewonnen, der nur wenig von jenem unterschieden ist. In gleicher Weise geben auch die sogenannten Bindefasern einen Leim, welche die eigentliche Haut, den äußeren Ueberzug der Muskeln, Nerven, Knochen u. s. w. bilden. Kurz, die Leimsubstanz, welche eben durch langes Kochen in den gewöhnlichen Leim übergeht, macht einen Hauptbestandtheil des thierischen Körpers aus. Sogar in der Bratenbrühe kommen geringe Mengen dieser Substanz vor, welche ihr die Eigenschaft verleihen, in der Kälte zu einer zitternden Gallerte zu gerinnen. Die Zusammensetzung der menschlichen Knochen ist etwa folgende: In 100 Loth Knochen finden sich

$58{,}_{23}$	Loth	phosphorsaurer Kalk,
$8{,}_{35}$	=	kohlensaurer Kalk,
$1{,}_{03}$	=	phosphorsaure Bittererde,
$0{,}_{92}$	=	lösliche Salze,
$31{,}_{47}$	=	Knorpel und Fett.

Die **Muskeln** sind die im Körper befindlichen Fleischmassen, welche aus Bündeln feiner Fäden bestehen, die durch feine Häutchen oder Zellgewebe von einander getrennt sind. In diesem Zellgewebe ist Fett abgelagert und außerdem ist die ganze Muskelmasse vielfach von Nerven und Adern durchzogen und von einer wässerigen Flüssigkeit, der Fleischflüssigkeit, durchdrungen.

Um die in den Muskeln enthaltenen chemischen Bestandtheile herauszufinden, übergießt man feingehacktes Fleisch mit etwas Wasser, läßt es eine Zeitlang stehen und preßt dann durch ein leinenes Läppchen die Flüssigkeit ab. Auf diese Weise hat man das Muskelfleisch in einen festen

Theil, der im Läppchen zurückgeblieben ist, und einen flüssigen Theil geschieden.

Erhitzt man die abgepreßte Flüssigkeit bis auf 60 Grad, so bilden sich darin Flocken, die man abfiltrirt und die sich als geronnenes Eiweiß zu erkennen geben. Läßt man dann die vom Eiweiß befreite Flüssigkeit einige Zeit kochen, so zeigt sich wieder ein Gerinnen und das Geronnene ist Fibrin und Blutfarbstoff. Eine weitere chemische Untersuchung ergiebt, daß die noch übrig gebliebene Flüssigkeit zum großen Theil aus Wasser besteht und außerdem aus Phosphorsäure, Milchsäure, phosphorsaurem und milchsaurem Kali und noch anderen Stoffen in sehr geringen Mengen.

Um auch den im Läppchen zurückgebliebenen festen Theil des Fleisches weiter zu untersuchen, kocht man ihn einige Stunden mit Wasser. Dann erhält man eine Auflösung von Leim, etwas Talg oder Fett und eine weiße, harte, faserige Masse, die wir Fleischfaser nennen und die in chemischer Beziehung mit dem Faserstoffe des Blutes übereinstimmt. Aus dem Faserstoffe des Blutes bildet sich demnach die Fleischfaser der Muskeln. Der Faserstoff ist zugleich der eigentliche Bestandtheil der Muskeln, während die Leimsubstanz von dem Zellgewebe, den Muskelscheiden und Sehnen u. s. w. herrührt. Eben so kommt das Eiweiß und der Blutfarbstoff nicht von den Muskeln selbst her, sondern von dem Blute, das in zahlreichen Aederchen durch die Muskeln strömt; und das Fett ist eine nicht wesentlich zum Muskel gehörige Ablagerung in demselben.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ist das, was wir Fleisch nennen, ein Gemenge von stickstoffhaltigen Körpern (Faserstoff, eigentliches Eiweiß, Blutbläschenstoff, Leimsubstanz &c.), von Fett und von Salzen nebst Chlorverbindungen mit einer sehr reichlichen Menge Wasser. Wer machte hierbei nicht die Bemerkung, daß alle die genannten Stoffe sich auch im Blute finden und das Blut somit die Nahrungsquelle eben so wie für die Knochen, so auch für die Muskeln abgeben kann!

Auf gleiche Weise ist das Blut, wie schon gesagt, die Nahrungsquelle für alle die verschiedenen Theile des menschlichen und thierischen Körpers. Es ist die Vorrathskammer, aus welcher jeder Theil gerade die zu seiner Zusammensetzung passenden Stoffe aufnimmt. Je mehr er von der einen Art bedarf, desto größer ist seine Verwandtschaft zu ihnen. Wie die Knochen besonders phosphorsauren Kalk nebst Leimsubstanz und die Muskeln den Faserstoff des Blutes sich aneignen, so greift z. B. die Wand der Blutgefäße nach dem Käsestoffe, die Krystallinse des Augen nach dem Blutbläschenstoffe, die Scheide der Nervenfäden nach Leimsubsanz, die Nervenmasse nach Eiweiß und Fett, und das Gehirn und Rückenmark außerdem noch nach phosphorsauren Salzen u. s. w.

Da alle Theile unseres Körpers ohne unser Zuthun die ihnen nothwendigen Stoffe schon von selbst aus dem Blute auffaugen und chemisch weiter verarbeiten, wenn nur in dem Blute diese Stoffe sich finden, so wollen wir uns jetzt weniger um diese Vorgänge kümmern. Richten wir mehr unsere Aufmerksamkeit darauf, was zu thun ist, um das Blut mit den rechten Stoffen zu versorgen. Denn daß dem Blute, wenn es ohne

Unterbrechung von seinem Inhalte an Knochen, Muskeln, Nerven u. s. w. abgeben soll, ein steter Ersatz nothwendig ist, versteht sich wohl von selbst. Wie nun aber die Sorge eines Hausvaters weniger dahin geht, wie die Vorrathskammern zu leeren, als wie sie zu füllen sind, so ist es uns auch hier nothwendiger, mehr darauf zu denken, wie das Blut mit den ihm nothwendigen Stoffen zu versehen, als zu entleeren ist. Alle Welt weiß, daß das Blut in den Nahrungsmitteln, die wir genießen, seinen Ersatz findet.

Die an die Nahrungsmittel zu stellenden Forderungen.

Alle Grundstoffe, aus welchen der menschliche oder thierische Körper aufgebaut ist, müssen ihm von außen durch die Nahrungsmittel zugeführt werden. Alle Grundstoffe, welche im menschlichen Körper enthalten sind, müssen darum auch in den Nahrungsmitteln vorhanden sein. Aus dem Vorhergehenden ist schon zu ersehen gewesen, daß hauptsächlich folgende Elemente die Zusammensetzungen der verschiedenen Körperbestandtheile bilden:

Stickstoff,	Kalium,
Kohlenstoff,	Natrium,
Wasserstoff,	Calcium,
Sauerstoff,	Magnesium,
Schwefel,	Aluminium,
Phosphor,	Silicium,
Chlor,	Eisen,
	Fluor.

Die erste Bedingung an die Nahrungsmittel ist also die, **daß alle die genannten Grundstoffe in ihnen enthalten sind.** Und wenn daher ein Nahrungsmittel diese Elemente nicht alle bietet, so muß man daneben ein anderes genießen, in welchen die fehlenden Elemente mit vorkommen.

Nun könnte man allerdings meinen, man brauche nur alle jene Elemente zusammen zu mengen, oder eins nach dem andern zu verschlucken, so sei der Ernährung des Körpers Genüge gethan. Das ist aber nicht der Fall. Die genannten Elemente finden sich im Körper nicht für sich bestehend, sondern, wie aus dem Vorhergesagten schon klar geworden ist, in bestimmten chemischen Verbindungen. Diese chemischen Verbindungen kann aber unser Körper nicht selbst herstellen; sie müssen ihm vielmehr schon gebildet in den Nahrungsmitteln gereicht werden. So z. B. ist der Organismus unseres Körpers nicht dahin eingerichtet, daß er aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor eine Verbindung bewerkstelligen könnte, die wir Eiweiß nennen, sondern daß Eiweiß muß ihm schon fertig gemacht gereicht werden. Auch wir selbst sind nicht im Stande, durch künstliche Mittel eine solche Zusammensetzung hervorzubringen. Die Pflanzenwelt ist vielmehr der wunderbare Apparat, in welchem die Speisen

für Menschen und Thiere zubereitet werden. Demnach müssen wir uns durchaus von den Pflanzenstoffen oder, was nach dem Gesagten auch möglich ist, von thierischen Stoffen nähren.

Eine zweite Forderung an die Nahrungsmittel geht also dahin, *daß jene Elemente eben* **in solchen Verbindungen in ihnen vorkommen, wie sie dem Körper nothwendig sind.**

Achten wir auf diese Forderung, so zerfallen die Nahrungsmittel in drei Klassen:

1) in die *organischen stickstoffhaltigen* Nahrungsstoffe (Eiweiß, Käsestoff, Kleber),

2) in die *organischen stickstofffreien* (Zucker, Fett) und

3) in die *unorganischen* (Salze, Chlorverbindungen, Wasser).

Allerdings sind diese in den Nahrungsmitteln enthaltenen Nahrungsstoffe noch nicht alle den Bestandtheilen des Blutes vollkommen entsprechend. Daher dürfen wir die Bemerkung nicht übersehen, *daß unsere Verdauungswerkzeuge wenigstens so weit zur Vornahme chemischer Veränderungen befähigt sind, um jene Stoffe in vollkommene Blutbestandtheile zu verwandeln.* So verwandelt sich z. B. das eigentliche Eiweiß auf seinem Wege vom Darmkanale bis zu seinem Eintritte in's Blut in den Faserstoff des Blutes, der sich dann vom Eiweiß nur noch dadurch unterscheidet, daß er gerinnt, wenn er dem lebenden Körper entzogen wird. Noch größere Veränderungen sind oft nothwendig, um dem Blute die nöthigen Fette zu verschaffen. Genießen wir in den Nahrungsmitteln Stärkemehl, so muß dieses erst im Körper in Gummi, der Gummi in Zucker, der Zucker in Milchsäure, die Milchsäure in Buttersäure und diese durch Verbindung mit einer Fettbasis in Fett umgesetzt werden, ehe es den Blutbestandtheilen entsprechend ist. Bei dieser letzteren Veränderung wirken namentlich der Mund- und Bauchspeichel, welcher das Stärkemehl in Gummi und Zucker umwandelt, und die Galle, welche den Zucker in Milchsäure und weiter in Buttersäure überführt. Ebenso müssen die genossenen fetten Säuren im Darmkanale erst verseift und dadurch löslich gemacht werden.*)

---

*) Um die Vorstellung von dem sogenannten *Stoffwechsel* noch klarer zu machen, mögen noch folgende Hinweise dienen: Das Albumin, das, wie schon bemerkt, einer der wichtigsten Stoffe im Thierkörper sein muß, und im Blute, sowie in allen thierischen Säften, die zur Ernährung der Organe bestimmt sind, sich vorfindet, bedarf nur geringer Umwandlungen, um unter verschiedenen Gestalten im Körper aufzutreten. So ist es jedenfalls Thatsache, daß aus der Proteïnsubstanz die leimgebenden Gewebe und das elastische Gewebe im thierischen Organismus gebildet werden. Woher sollten außerdem die pflanzenfressenden Thiere die leimerzeugenden Stoffe erhalten, da sie in ihrer Nahrung neben den stickstofflosen Stoffen nur Proteïnkörper aufnehmen? Aller Wahrscheinlichkeit nach werden diese Umwandlungen der Proteïnstoffe durch den Sauerstoff bedingt, welchen wir einathmen. Eben so mannigfaltig mögen die Umwandlungen der Fette sein, welche in den thierischen Körper aufgenommen, oder in demselben aus Kohlenhydraten, vielleicht sogar auch aus Proteïnkörpern gebildet werden. Im Allgemeinen laufen sie auf eine Trennung von der Fettbasis und eine allmälige Oxydation der gebildeten fetten

Alle Bestandtheile der Nahrungsmittel, welche von den Verdauungsorganen nicht in Blutbestandtheile umgewandelt werden können, oder nicht dazu beitragen, daß andere Bestandtheile sich umwandeln, sind daher nicht als Nahrungsstoffe zu betrachten; sie gehen nur nutzlos durch den Körper hindurch. Sie können, wie wir sagen, nicht verdaut werden. Je leichter dagegen die Nahrungsstoffe in dem Verdauungskanale in Blutbestandtheile sich umwandeln, desto größer ist ihre Verdaulichkeit. Zucker ist daher in dem vorhergegangenen Beispiele leichter verdaulich, als Stärkemehl, und Milch- oder Buttersäure leichter verdaulich, als Zucker.

Weil bei solchen Umwandlungen es immer nothwendig ist, daß die Stoffe gelöst sind, wie überhaupt ungelöste Stoffe nicht in's Blut übergeleitet werden können, so wollen wir hier auch gleich beifügen, daß die größere oder geringere Verdaulichkeit der Nahrungsstoffe zugleich auch von ihrer größeren oder geringeren Löslichkeit in den Flüssigkeiten des Speisekanals abhängig ist. Da z. B. eigentliches Eiweiß löslicher ist, als Faserstoff, so wird auch dieses von jenem an leichterer Verdaulichkeit übertroffen.

An die beiden ersten Forderungen, die wir an die Nahrungsmittel stellen, schließt sich eine dritte an, welche wohl Jeder ohne besonderen Beweis zugeben wird. Die Nahrungsstoffe in den Nahrungsmitteln müssen nämlich der Quantität nach auch möglichst nahe in demselben Verhältnisse geboten werden, in welchem sie im Blute selbst gefunden und somit auch vom Körper gebraucht werden.

Es ist von selbst klar, daß das Gleichgewicht im Körper gestört werden muß, wenn von der einen Art der Nahrungsstoffe zu viel und von der andern zu wenig gereicht wird. Bei denjenigen Körperbestandtheilen, welche die Letzteren bedürfen, muß ein Mangel und damit eine Schwächung, bei anderen dagegen ein ungesunder Ueberfluß eintreten. Ebenso wie die Verdaulichkeit der Nahrungsstoffe, ebenso ist daher auch ihr Verhältniß, d. h. in welchen Mengen wir die verschiedenen Nahrungsstoffe genießen, von besonderer Bedeutung. Aus der Zusammensetzung des Blutes ist schon ersichtlich, daß ein zweckmäßiges Nahrungsmittel mehr Eiweiß, als Salze, und wiederum mehr Salze, als Fette enthalten muß,

---

Säuren hinaus, und das Endergebniß aller Wandlungen der Fette ist eben nur, daß sie entweder vollkommen in Kohlensäure und Wasser aufgehen, oder daß sie unter der Form von Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure mit dem Schweiße ausscheiden. Bekanntlich wird häufig mehr oder weniger Fett in besonderen Zellen an verschiedenen Orten im Bindegewebe des Körpers abgelagert. Bei reichlicher Zufuhr zum Körper giebt es Veranlassung zur Bildung neuer Zellen, wozu Proteïnkörper verbraucht werden, und wenn im Körper Mangel an solchem Proteïnstoffe ist, so scheint sogar derselbe den Muskelfasern entzogen zu werden, um das Fett in jenen Proteïnhüllen unterzubringen. Andererseits ist es nicht unwahrscheinlich, daß sich auch das Fett bei der Bildung von Zellen und Geweben betheiligt. Noch sei bemerkt, daß das Fett, nach seinem eigenthümlichen Vorkommen in den Nervenröhren, auch bei der Thätigkeit der Nerven eine Rolle spielen und während derselben gewissen Umsetzungen unterliegen mag.

d. h. mit anderen Worten, mehr stickstoffhaltige als unorganische und stickstofffreie.

Deswegen sind aber Nahrungsmittel, welche mit dem einen oder andern Nahrungsstoffe nicht ausreichend versehen sind, nicht zu verachten, nur muß man dann neben ihnen auch solche Speisen aufnehmen, welche jenen Mangel ausgleichen.

Von der Menge der in den Speisen enthaltenen Nahrungsstoffe und deren zweckentsprechender Mischung ist die Nahrhaftigkeit der Speisen abhängig. Somit kommt es bei den Nahrungsmitteln hauptsächlich auf zweierlei an, nämlich auf ihre Verdaulichkeit und auf ihre Nahrhaftigkeit. Es dürfte wohl nicht uninteressant sein, die verschiedenen Nahrungsmittel in diesen Beziehungen kennen zu lernen.

Die Nahrungsmittel.

Die Milch.

Unter allen Nahrungsmitteln ist die Milch dasjenige, welches am vollkommensten das rechte Gemisch der verschiedenen Nahrungsstoffe vorstellt und darum auch geeignet ist, ohne den Mitgenuß eines andern Nahrungsmittels, das Leben zu erhalten.

Bestandtheile der Milch. Die Milch ist eine Auflösung von Käsestoff, Milchzucker und Salzen im Wasser, in welchem außerdem mikroskopisch kleine Fettkügelchen umherschwimmen. Läßt man die Milch ruhig stehen, so steigen die Fettkügelchen in die Höhe und bilden an der Oberfläche den Rahm oder die Sahne.

Schöpft man die Fettkügelchen ab und versetzt die zurückgebliebene Milch mit einigen Tropfen Salzsäure, so sondert sich eine weiße, flockige Masse ab, das ist der Käsestoff. Bringt man die vom Käsestoffe befreite Flüssigkeit zum Kochen, so zeigt sich noch eine schwache Gerinnung, nämlich eine geringe Menge Eiweiß.

Filtrirt man dieses Eiweiß ebenfalls ab, läßt die dann übrige Flüssigkeit stark abdampfen und an einem warmen Orte ruhig stehen, so bilden sich weiße, säulenförmige Krystalle von Milchzucker, der, wenn man ihn wieder in Wasser auflöst, mit Hilfe eines Stückchen Kälbermagens (Lab) leicht in Milchsäure sich verwandelt.

Die Milchflüssigkeit ist nun nur noch eine Auflösung von verschiedenen Salzen. Man erhält diese Salze, wenn man die Milch verbrennt oder die letzte Flüssigkeit eindampft. Die zurückbleibende Asche besteht nämlich aus Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor, die als Salzverbindungen in der Milch vorhanden waren.

Diese Bestandtheile der Milch sind bei verschiedenen Milcharten auch in verschiedenen Mengen enthalten. In der Kuhmilch sind sie etwa so vertheilt, daß in einem Pfunde Milch beinahe $^9/_{10}$ Pfund Wasser, $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ Käsestoff und ungefähr eben so viel Milchzucker, $^1/_{30}$ Butter und $^1/_{200}$ Salze sich finden. Auch nach dem Alter der Thiere und an-

deren Umständen sind die Bestandtheile der Milch verschieden. Die nachstehende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der Inhaltsmengen verschiedener untersuchter Milcharten.

in 1000 Theilen	Kuhmilch.	Ziegenmilch.	Schafmilch.	Eselsmilch.
Käsestoff	69,8	40,2	45,0	16,74
Butter	38,9	33,2	42,0	12,10
Milchzucker	31,3	52,8	50,0	62,31
Asche	7,0	5,8	6,8	93,0
Wasser	853,0	868,0	856,2	907,0

Verwendung der Milchbestandtheile. Der Rahm oder die Sahne ist also eine Ansammlung der Butterkügelchen, welchen aber noch andere Bestandtheile der Milch anhängen. Werden sie im Butterfasse eine längere Zeit gerührt oder geschlagen, so zerreißt die Hülle der Fettkügelchen und sie ballen sich zu einem Klumpen zusammen, der sich von der noch übrigen Flüssigkeit trennt. Jener stellt die **Butter,** diese die **Buttermilch** dar. Weil die Butter noch eine Menge Buttermilch in sich einschließt, so muß diese noch besonders herausgewaschen werden. Die Buttermilch, welche der Hauptsache nach eine halb geronnene Lösung von Käsestoff ist, enthält theils noch zurückgebliebene Butterkügelchen, theils Milchzucker, der in Milchsäure übergegangen ist. Die Butter selbst besteht aus mehren Fettarten, wie wir sie auch in den Pflanzen finden, nämlich aus einem festen Fette (Margarin), einem flüssigen (Elain) und einem eigenthümlichen Fette (Butyrin). Auch befinden sich in ihr noch geringe Mengen Käsestoff beigemengt. Weil sich dieser an der Luft leicht zersetzt, so giebt er dadurch zugleich Veranlassung zur Zersetzung der Fette und veranlaßt somit das sogenannte Ranzigwerden. Zur möglichsten Verhütung dieses Vorganges wird die Butter eingesalzen. Das Salz zieht nämlich das Wasser in der Butter an sich und verhindert dadurch die Wirksamkeit des Käsestoffes. Um den Käsestoff zu entfernen, bedient man sich auch des Auslassens oder Schmelzens der Butter. Der Käsestoff sammelt sich dann an der Oberfläche und kann abgeschöpft werden.

Aus dem Käsestoffe der Milch wird der **Käse** bereitet. Läßt man den Käsestoff so gerinnen, daß die Butter von ihm eingeschlossen und ihm beigemengt bleibt, so erhält man den *fetten* Käse, wird dagegen die Butter vorher abgerahmt, den *mageren* Käse. Die Flüssigkeit, welche übrig bleibt, wenn man die Käsetheilchen abgepreßt hat, heißt *Molken*,

welche aus einer Lösung von Milchsäure und Salzen in Wasser bestehen. Der magere Käse geht nach und nach in Gährung über, von außen nach innen, und diese Gährung ist nichts anderes, als eine weitere chemische Zersetzung. Es erzeugt sich Ammoniak, welcher mit dem Käsestoffe eine seifenartige Masse bildet, und endlich auch Schwefelwasserstoff, Fettsäure u. s. w. Wenn sich die im Käse noch zurückgebliebenen Molken in Buttersäure und Kohlensäure zersetzen, so entstehen daraus die Löcher im Käse, wie sie besonders am Schweizerkäse sich zeigen.

Der Milchzucker verwandelt sich in höherer Temperatur nicht in Milchsäure, sondern zunächst in Traubenzucker und dann in Weingeist und Kohlensäure. Auf diese Weise gewinnen die Tartaren ihren Kumyß, d. h. aus Gährung von Pferdemilch entstandenen Branntwein.

Nahrhaftigkeit der Milch. Schon durch die leichte Verdaulichkeit der ihr zugehörigen Bestandtheile ist die Milch unter allen Nahrungsmitteln ausgezeichnet. Der Käsestoff ist einer der löslichsten eiweißartigen Körper; die Fette in der Butter sind ebenfalls leicht löslicher Natur; und der Milchzucker ist einer der verdaulichsten unter allen Zuckerarten.*) Zugleich wird seine Verwandlung in Fett durch die Butter und den Käsestoff erleichtert. Kommt zu dieser leichten Verdaulichkeit noch der Umstand, daß alle dem Blute nothwendigen Nahrungsstoffe in der Milch in gehörigen Mengen vertreten sind, so muß man wohl die Milch für ein vorzügliches Nahrungsmittel halten. Schwerer verdaulich wird allerdings die Milch bei großem Buttergehalte, weshalb Kuhmilch nicht gerade von allen Leuten gut verdaut werden kann. Eselsmilch dagegen, die wenig Fett und viel mehr Zucker enthält, ist auch für Menschen mit schwachen Verdauungswerkzeugen empfehlenswerth.

Die Butter gehört dagegen, wie schon aus der letzten Bemerkung hervorgeht, nicht zu den leichtverdaulichen Speisen. Die Butter kann nämlich nur in dem Bauchspeichel des Dünndarmes gelöst werden. Weil dieser aber nur in geringer Menge ausfließt, so liegt der Schluß nahe, daß größere Mengen Butter nur schwer gelöst werden können. Noch schwerer verdaulich, als frische Butter, ist braungemachte Butter, welche durch Erhitzung schon chemische Veränderungen erlitten hat. Hieraus erklärt sich auch die größere Unverdaulichkeit sehr butterreichen Backwerks. Was aber dennoch die Butter als Nahrungsmittel werthvoll macht, ist ihre Fähigkeit, die Umwandlung des Stärkemehls in Fett zu befördern, und darum ist es für die Verdauung förderlich, das an Stärkemehl reiche Brod mit etwas Butter zu genießen.

Der Käse muß ebenfalls zu den schwer verdaulichen Nahrungsmitteln gerechnet werden, weil die in ihm enthaltenen Nahrungsstoffe schon angefangen haben, sich in andere Stoffe umzusetzen. Andererseits hat er jedoch das Gute, daß er die Verdauungsorgane zu größerer Thätig-

---

*) Die leichte Verwandlung des Zuckers in Milchsäure, welche den Magensaft bei Lösung der Speisen wesentlich unterstützt, macht überhaupt allen Zucker, wenn er mit Maß genossen wird, bei der Verdauung nützlich.

keit reizt und eben so, wie die Butter, zur Umwandlung des Stärkemehls und Zuckers in Milchsäure und Fett behilflich ist. Darum mag man immer zu dem wohlschmeckenden Butterbrode den Käse gesellen. Wie überall, so auch hier, ist Maßhalten eine gute Regel. Man sieht hieraus auch, daß Nahrungsmittel, die an sich weniger verdaulich und nahrhaft sind, doch in Verbindung mit anderen Speisen auf die Förderung der Verdaulichkeit und Nahrhaftigkeit wohlthätig einwirken können.

Die Eier.

Die Vogeleier, welche wir hier besonders in Betracht ziehen, sind bekanntlich von einer harten Schale umgeben, in welcher sich das Eiweiß und in diesem das Dotter eingeschlossen findet.

Die Schale besteht aus mehr als 90 Procent kohlensaurem Kalke, etwas phosphorsaurem Kalke und einem organischen Gebilde. Uebergießt man Eierschalen mit Salzsäure, so verbindet sich der Kalk mit der Salzsäure und die Kohlensäure entweicht. Die Schale des Eies ist fein porös, so daß ein Gasaustausch zwischen Innen und Außen stattfinden kann. Während das junge Vögelchen im Ei sich entwickelt, wird Sauerstoff eingesogen und Kohlensäure 2c. ausgeschieden. Bei der Aufbewahrung der Eier fördert das Eindringen des Sauerstoffs das Fauligwerden derselben, daher kann man dadurch sie schützen, daß man sie mit Wachs überzieht, oder in Kalkmilch einlegt.

Das Eiweiß besteht aus Zellen, welche von einem schwerlöslichen eiweißartigen Stoffe gebildet sind und in welche das eigentliche, lösliche Eiweiß eingeschlossen ist. Beim Abdampfen gewinnt man etwa $^1/_8$ festes Eiweiß, das übrige ist also Wasser gewesen. Beim Verbrennen des Eiweißes bleibt als Rückstand kohlensaures, phosphors. und schwefels. Natron, phosphors. Kalk und Kochsalz. Es ist demnach eine Verbindung von Wasser, Eiweiß und Salzen. Die Bestandtheile des eigentlichen Eiweißes selbst sind dieselben, wie die im Pflanzeneiweiß.

Der Dotter ist eine Mischung von Eiweißstoff (16 Proc.) und Wasser (52 Proc.), in welcher gelbe Fetttröpfchen herumschwimmen. Diese Fetttröpfchen (Eieröl), welche man durch starkes Pressen, nachdem das Eiweiß geronnen ist, abscheiden kann, sind aus verschiedenen Fetten zusammengesetzt und enthalten auch Phosphor.

Aus den hier mitgetheilten, im Ei enthaltenen Stoffen ergiebt sich von selbst, daß die Eier alles enthalten, was zur Ernährung des Körpers nothwendig ist. Neben dem Eiweiß und Fett fehlen auch die unorganischen Bestandtheile nicht, welche die Zusammensetzung des Blutes erfordert. Auch die Löslichkeit dieser Stoffe in den Verdauungsorganen ist uns schon bekannt. Und selbst wenn man durch Kochen der Eier das Eiweiß gerinnen läßt, so sind sie dessenungeachtet doch immer noch verdaulich, weil dieses von der Säure des Magensaftes wieder gelöst wird. Allerdings bleiben aber weichgesottene Eier leichter verdaulich, als hartgesottene.

Das Fleisch.

Die Bestandtheile des Fleisches sind vorher schon genannt worden. Es ist, im Allgemeinen gesagt, ein Gemenge von eiweißartigen Körpern,

Fett, Chlorverbindungen, Salzen und Wasser, und enthält demnach alle Stoffe, welche zu einer vollkommenen Ernährung erforderlich sind. Weil, wie früher schon gesagt worden ist, in allen Theilen des Körpers und so auch in den Muskeln eine weitere Zersetzung der chemischen Bestandtheile vor sich geht, welche als sogenannte Rückbildungen nicht mehr für die Zwecke des lebenden Körpers tauglich und darum für die Ausscheidung bestimmt sind, so finden sich auch im Fleische solche rückbildende Stoffe, die natürlich zur Ernährung nichts mehr beitragen und ohne Wirkung durch den Körper hindurch gehen. Die Nahrhaftigkeit des Fleisches wird von der chemischen Untersuchung außer allen Zweifel gesetzt. Hier möge nur der Zubereitung der Fleischspeisen in der Kürze noch gedacht werden.

Zubereitung des Fleisches. Bekanntlich wird das Fleisch gewöhnlich entweder durch Kochen oder durch Braten zum Genusse vorbereitet. Bei jeder Weise ist eine wesentliche Veränderung im chemischen Bestande des Fleisches die Folge.

Beim Sieden des Fleisches gerinnen die löslichen, eiweißartigen Stoffe und der Faserstoff zersetzt sich unter Aufnahme von Sauerstoff in zwei neue Verbindungen, von denen die eine leicht im Wasser löslich ist. Die Zellgewebe verwandeln sich durch das Kochen in Leim oder Gallert und die Farbstoffe des Blutes werden braun gefärbt und verlieren ihre Löslichkeit im Wasser. Die Fette zerlaufen und die Salze lösen sich zum großen Theil im Wasser auf. Hiernach sind nun die Bestandtheile des rohen Fleisches theils in der gekochten festen Fleischmasse, theils im Wasser, das wir nun Fleischbrühe nennen, enthalten.

Je nachdem man nun aber das Fleisch mit kaltem Wasser an's Feuer setzt oder gleich in kochendes Wasser einlegt, wird die Vertheilung eine verschiedene.

Wird das Fleisch in kaltem Wasser angesetzt, so dauert es natürlich einige Zeit, ehe das Wasser die Hitze erreicht hat, welche zum Gerinnen des Eiweißstoffes nothwendig ist. Die Folge davon ist, daß alle die im Fleische befindlichen löslichen Nahrungsstoffe vom Wasser aus dem Fleische ausgesaugt werden und auch das lösliche Eiweiß selbst mit in's Wasser übergeht. Erst wenn das Wasser kocht, gerinnt darin das Eiweiß zu weißen Flocken, die man gewöhnlich mit dem bräunlichen Blutfarbstoffe abschäumt, und die geschmolzenen Fette schwimmen als Fettaugen in der Brühe. Die Brühe ist somit reich an nährenden Stoffen, während aber das festgebliebene Fleisch um so ärmer daran ist und um so mehr an Saft und Kraft verloren hat. Darum muß man Fleisch, das auf diese Weise zubereitet worden ist, mit der Fleischbrühe genießen, wie das auch bei uns gewöhnlich gethan wird, wenn Einem alle und darunter die hauptsächlichsten Nahrungsstoffe des Fleisches zu Gute kommen sollen. Diese Zubereitung des Fleisches muß man dann anwenden, wenn man eine kräftige Fleischbrühe erhalten will. Man läßt das Fleisch, das man auch recht klein geschnitten hat, in kaltem Wasser langsam warm werden und gießt, nachdem es einige Minuten gekocht, die Fleischbrühe ab.

Anders gestaltet sich die Sache, sobald man ein großes Stück Fleisch gleich in kochendes Wasser bringt. Sofort tritt nämlich eine Gerinnung des Eiweißstoffes ein und das geronnene Eiweiß verstopft die Wege, auf welchen die löslichen Stoffe in's Wasser übergehen würden. Jedes Fleischtheilchen wird mit einer Hülle von geronnenem Eiweiß umgeben und vor einer Entziehung des Leimes, der Salze, der Milchsäure u. s. w. geschützt. In das Innere des Fleisches kann kein Wasser mehr dringen, sondern nur Wärme, welche das Gahrwerden des Fleisches herbeiführt, während sein saftiger Zustand gewahrt bleibt. So muß man demnach verfahren, wenn man es auf ein saftiges und nahrhaftes Stück festes Fleisch abgesehen hat. Man bringt das zu kochende Fleisch in siedendes Wasser, läßt es einige Minuten kochen und dann einige Stunden in einer Hitze, die noch unter der Siedehitze ist, stehen.

Zwischen dem Braten des Fleisches und dem Kochen ist der Unterschied, daß beim Braten die Einwirkung der Wärme weniger durch Wasser, als vielmehr durch Fett oder unmittelbar bewerkstelligt wird. Die äußeren Schichten bekommen durch die Zersetzung des Farbstoffes und durch sich bildende brenzliche Stoffe eine braune Rinde, welche zugleich den größten Theil der löslichen Stoffe von dem Ausschwitzen abhält. Zugleich bildet sich durch Zersetzung von Fett in der trockenen Hitze Milchsäure, welche ebenso, wie überhaupt Essig*), die Lösung der eiweißartigen Stoffe befördert. Hierin liegt ein Grund mit, daß gebratenes Fleisch verdaulicher ist, als gekochtes. Wenn man große Fleischstücken bratet, so dringt die Hitze nicht vollständig in's Innere ein und solches Fleisch ist saftiger und zarter und ebenfalls verdaulicher. Der Farbstoff des Blutes bleibt dann im Innern unzersetzt, weshalb sich auch hier zuweilen noch eine blutige Beschaffenheit zeigt. Kleinere Fleischstücke kann man in gleichem Zustande erhalten, wenn sie in heißem Fette kurze Zeit gebraten werden, wie man es z. B. mit den Beefsteaks macht.

Eingepökeltes Fleisch ist weniger verdaulich und nahrhaft als frisches Fleisch, weil ein Theil des löslichen Eiweißes und der zur Verdauung nöthigen milchsauren und phosphorsauren Salze in die Salzlake entweicht und somit dem Fleische entzogen wird. Daher ist wenigstens anzurathen, das Fleisch nicht lange im Pökel liegen zu lassen. —

Arten des Fleisches. Der Unterschied der Zusammensetzung in dem Fleische der verschiedenen Thiergattungen ist nicht gerade sehr hervorstechend. Am meisten hervortretend ist der größere oder geringere Gehalt an Fett. Weil die Ruhe die Ablagerung von Fett im Körper begünstigt, die Bewegung in frischer Luft dagegen den Stoffwechsel rascher vor sich gehen läßt, so sind unsere Hausthiere reicher an Fett, aber ärmer an eigentlichem Fleischstoffe, als die Thiere im Walde und die Vögel unter dem Himmel. Daher hat das Wildpret Reichthum an Fleischstoff

*) Darum ist es auch eine gute Gewohnheit, schwerverdauliches Fleisch, z. B. Fische, in Essig zu genießen.

und darum einen angenehmen würzigen Geschmack. — Das Fleisch junger Thiere zeichnet sich durch größeren Gehalt an löslichem Eiweiß und Leimsubstanz aus, als das Fleisch älterer Thiere, weshalb es feiner und zarter ist. — Von großem Einflusse auf den Geschmack des Fleisches und wohl auch auf die Zusammensetzung desselben ist die Nahrung, welche das Thier zu sich nimmt. Allbekannt ist, das durch Mästen der Thiere mit Kleie, Kartoffeln, Rüben u. s. w. der Fettgehalt im Fleische vermehrt wird. — Das Fleisch der Fische ist durch wenig Blut, wenig Faserstoff, viel Wassergehalt und durch ein eigenthümliches phosphorhaltiges Fett, welches zugleich aber das Fischfleisch unverdaulicher macht, vom Fleische der warmblütigen Thiere unterschieden.

Die nährenden Wirkungen des Fleisches. Hat man sich von dem Grundsatze überzeugt, daß ein Nahrungsmittel leichter verdaut werden kann, je reicher es an löslichem Eiweiß im Verhältniß zu Faserstoff und Fett ist, so kann man auch leicht den Unterschied in der Verdaulichkeit der verschiedenen Fleischarten herausfinden. Tauben- und Hühnerfleisch ist verdaulicher als Kalbfleisch, Kalbfleisch verdaulicher als Rindfleisch, Rindfleisch verdaulicher als Schweinefleisch. Das an eiweißartigen Stoffen reichste Fleisch ist dabei auch das nahrhafteste.

Daß die Fleischspeisen ganz besonders für die Muskelbildung geeignet sind, läßt sich wohl von selbst schon denken. Daher ist es ganz natürlich, daß Fleischesser durch kräftige Muskeln sich auszeichnen. Namentlich ist es der Faserstoff, welcher in großer Menge dann aus dem Blute in die Muskeln übergeht. Darum erhöht auch Fleischkost die Thätigkeit des Herzmuskels und befördert einen kräftigeren Kreislauf des Blutes. Mit der Kräftigung der Muskeln ist auch gewöhnlich eine Kräftigung des Willens verbunden, und somit äußert die Fleischkost auch auf die Willensthätigkeit einen wesentlichen Einfluß.

Getreide. Hülsenfrüchte. Kartoffeln.

Von dem chemischen Gehalte dieser Nahrungsmittel mag die nachfolgende, dem Buche der Natur von Schoedler entnommene Tabelle eine Vorstellung geben. Zu bemerken ist dabei, daß der Reichthum an diesem oder jenem Stoffe in ein und derselben Getreideart ꝛc. durchaus nicht derselbe ist und bei manchen bis auf 10 Procent verschieden sein kann. Die Angaben in der Tabelle sind daher nur im Allgemeinen zu nehmen.

Aus dieser Tabelle ersieht man wenigstens, daß der Gehalt an stickstoffhaltigen (eiweißartigen) Stoffen in den Getreidearten bedeutend von den stickstofffreien übertroffen wird. Hieraus ergiebt sich nun auch von selbst, was über die Verdaulichkeit und Nahrhaftigkeit der aus Mehl bereiteten Speisen, namentlich des Brodes, von dessen Bereitung schon oben gehandelt wurde, zu sagen ist.

100 Gewichtstheile folgend. Nahrungsmittel	1. Stickstofffreie Stoffe.			2. Stickstoffhaltige Stoffe.			Unorganische Stoffe.	
enthalten:	Stärke.	Zucker.*)	Fett.	Eiweiß.	Kleber.	Käsestoff.	Phosphors. Kalk.	Wasser.
Roggen	40	2	1,75	—	8	—	0,07	10
Weizen	74	4	1,42	—	11	—	0,16	10
Gerste	32	5	—	—	5	—	0,24	11
Reis	84	Spur	0,75	—	3,6	—	0,4	6
Kartoffeln	14	Gummi 4	0,16	1,4	—	—	0,33	75
Bohnen	42	Spur	0,7	—	—	18—20	9,27	23
Erbsen	42	2	—	—	—	18	5,83	13

Der Kleber ist schwerer in den Flüssigkeiten der Verdauungsorgane löslich, als der ihm entsprechende Faserstoff der Muskeln, welcher demnach leichter verdaulich ist. Das Stärkemehl muß nach mehrfachen Umwandlungen erst in Fett übergehen, ehe es ein Bestandtheil des Blutes werden kann. Da die Nahrhaftigkeit eines Nahrungsmittels von dem Gehalte an eiweißartigen Stoffen abhängig ist, so ist Brod demnach auch weniger nahrhaft als Fleisch. Allerdings führt das Brod dem Blute in dem Stärkemehle einen Stoff zu, der in Fett sich verwandelt, dessen Menge aber in keinem Verhältnisse zu der geringen Menge des Eiweißgehaltes im Brode steht, von dem eben das Blut mehr bedarf, als an Fett.

Aus dem Gesagten folgt auch, daß diejenige Getreideart die nahrhafteste ist, welche am meisten Kleber und Eiweiß enthält, und ein Blick auf die obige Tabelle lehrt, daß z. B. der Reis, obgleich er dem Blute viel Fett zuführt, doch an Nahrhaftigkeit dem Weizen sehr nachsteht.

Von unorganischen Bestandtheilen finden sich in den verschiedenen Getreidearten alle diejenigen vor, welche die Zusammensetzung des Blutes erfordert.

Die Hülsenfrüchte, Erbsen, Bohnen, Linsen, enthalten nicht nur alle unorganischen Stoffe, welche dem Blute zugeführt werden müssen,

---

*) Nach neueren Untersuchungen bildet sich etwas Zucker nur erst später in dem Mehle aus Gummi, und ist also im frischen Zustande desselben noch nicht darin enthalten.

sondern sind auch reichlicher noch mit eiweißartigen Stoffen versehen, als das Getreide und selbst das Fleisch. Der in ihnen sich findende Käsestoff (im Besonderen Erbsenstoff genannt) ist im Wasser löslich. Dabei fehlt es ihnen auch nicht an dem zur Fettbildung nothwendigen Stärkemehle und Gummi. Die Hülsenfrüchte gehören demnach zu den nahrhafteren Nahrungsmitteln. Beim Kochen in hartem, d. h. in Kohlensäure und Kalk haltigem Wasser, wird der Erbsenstoff durch Verbindung mit Kalk zu einem harten Körper, weshalb es zweckmäßiger ist, die Hülsenfrüchte in weichem Wasser zu kochen. Im weichen Wasser wird ein Theil des Erbsenstoffes gelöst und dadurch zugleich auch die Brühe nahrhaft. Essig macht aber den Erbsenstoff unlöslich. Um die Hülsenfrüchte in ihrer Verdaulichkeit nicht zu beeinträchtigen, ist es auch nothwendig, sie von den Hülsen zu befreien, durch welche sie nämlich ebenfalls schwer löslich werden.

Die Kartoffeln sind in Betreff der Nahrhaftigkeit das Gegentheil der Hülsenfrüchte. Aus der obigen Tabelle ergiebt sich von selbst, daß die ernährende Kraft der Kartoffeln weit geringer sein muß, als die des Brodes und noch mehr der Hülsenfrüchte und des Fleisches. An Fettbildung dürfte es allerdings bei der Kartoffelnahrung nicht fehlen, wenn nicht dadurch, daß man bei alleiniger Kartoffelkost, um genährt zu werden, zu viel genießen muß, die Ueberfüllung des Magens die Verdauung beeinträchtigte. Die Kartoffeln mögen in Verbindung mit anderen Nahrungsmitteln eine recht gute Speise sein, nur allein sind sie gewiß nicht im Stande, eine kräftige Muskelbildung zu erzeugen. Ebenso führt auch die ausschließliche Kartoffelnahrung zu einem Mangel an geistiger Kraft und Thätigkeit.

Das Gemüse und das Obst.

Die Gemüse, wie Salat, Spargel, Kohl und Kraut 2c., sind außerordentlich arm an eiweißartigen Bestandtheilen, welche sogar noch an Menge von den unorganischen Stoffen überwogen werden. Aber selbst auch an Stärkemehl, Gummi und anderen zur Fettbildung dienenden Stoffen ist Armuth, da die Gemüse wohl auf $^9/_{10}$ ihres Gewichtes aus Wasser bestehen. Daher kann von einer nährenden Kraft derselben nur wenig die Rede sein. Sie enthalten aber verschiedene organische Säuren, z. B. Kleesäure, Aepfelsäure, Spargelsäure 2c., welche durch ihre lösende Kraft vortheilhaft auf die Verdauung des Eiweiß- und Faserstoffes im Fleische einwirken, und welche darum auch den Genuß von Fleisch in Verbindung mit Gemüse zu einer Sitte machen, gegen welche die Wissenschaft durchaus nichts einwenden kann. In ihrer lösenden Einwirkung auf die Eiweißstoffe liegt eben ihr verdünnender und kühlender Einfluß, welchen sie bekanntlich auf das Blut ausüben.

Das Obst ist in seinen Wirkungen, wie das seinen Bestandtheilen nach auch nicht anders sein kann, den Gemüsen ziemlich gleich zu stellen. Es ist nicht so überladen mit Wasser, wie diese, aber eben so arm und noch ärmer an Eiweißstoff. Dagegen sind diese Art Früchte geseg-

net mit erfrischenden und kühlenden Säuren, die zugleich auch in Verbindung mit flüchtigen Oelen denselben ihren eigenthümlichen Wohlgeschmack verleihen. Der süße Geschmack rührt von dem in ihnen enthaltenen Zuckerbestande her. Durch Zucker, sowie durch das Kochen der Früchte wird auch der zu starke Reiz, welchen die Säuren und Salze auf reizbare Verdauungsorgane äußern, gemildert.

Kochsalz und andere Gewürze.

An das Bedürfniß des Kochsalzes braucht nicht erst erinnert zu werden. Wenn auch fast alle unsere Nahrungsmittel nicht ganz des Chlors und des Natrons, aus denen das Kochsalz gebildet ist, entbehren, so sind die Mengen desselben doch für den Blutbedarf nicht ausreichend. Aus diesem Grunde und weil das Kochsalz auch zur Verdaulichkeit der Eiweißstoffe und Fette beiträgt, indem es dieselben in den Verdauungsflüssigkeiten löslicher macht, ist es eine nothwendige Beigabe zu den meisten Nahrungsmitteln. Dadurch, daß es die Löslichkeit der eiweißartigen Stoffe vermehrt, führt es auch eine wohlthätige Verdünnung der Blutmasse herbei. Bei Versuchen an Thieren hat sich herausgestellt, daß reichlicher Genuß von Kochsalz zwar ohne Einfluß auf Fleisch- und Fettbildung sei, daß die damit gefütterten Thiere aber ein besseres Aussehen erhielten und größere Lebhaftigkeit zeigten, als die ohne Kochsalz gefütterten. Merkwürdig ist, daß die Natur den Kochsalzgehalt im Körper sehr zu Rathe nimmt, so daß z. B. beim Hungern oder beim Genusse kochsalzfreier Nahrungsmittel doch das Blut seinen früheren Gehalt an Kochsalz beibehält.

Durchaus nicht nothwendig, wie das Kochsalz, und viel weniger empfehlenswerth sind die übrigen sogenannten Gewürze. Sie enthalten zwar Eiweiß, Gummi, Stärkemehl, Säuren und Salze, sind aber doch der unbedeutenden Mengen wegen nicht als Nahrungsmittel zu betrachten. Sie haben es nur ihren würzig schmeckenden, flüchtigen Oelen zu verdanken, daß ihr Gebrauch so allgemein geworden ist. Auf die Verdauungswerkzeuge üben sie einen Reiz aus, wodurch sie allerdings die Verdauung fördern können, aber weil sehr leicht dabei eine gefährliche Ueberreizung stattfinden kann, so ist wohl öfters der Schaden, den sie anrichten, weit den Nutzen überwiegend, den man von ihnen zu erwarten hat. Sie mögen wohl den Appetit erregen und dadurch zuweilen auch die Unmäßigkeit fördern, aber ihre erhitzende Wirkung auf das Blut ist gewiß kein Förderungsmittel eines gesunden Zustandes.

Getränke.

Von der Bereitung des Bieres, Weines und Branntweines ist schon früher die Rede gewesen. Als Nahrungsmittel können diese Getränke von keiner Bedeutung sein, weil die nährenden Stoffe in zu geringer Menge in ihnen gefunden werden, namentlich im Branntwein. Das Bier enthält etwas Eiweiß, außerdem finden sich in Bier und Wein auch Zucker, Gummi, Säuren und Salze ꝛc. Im Biere kommt hierzu

noch das Hopfenöl, im Weine Weinäther, im Branntweine Getreideöl, Fuselöl, Kartoffelöl u. s. w. Der Weingeist, welcher allen diesen Getränken eigenthümlich ist, wird im Blute in Essigsäure und Wasser verwandelt und endlich zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Dieser Verbrennungsproceß erzeugt im Blute eine größere Wärme, und darum genießt man wohl auch Wein und Branntwein, um sich vor Kälte zu schützen. Bei diesem Processe wird aber zugleich den übrigen Bluttheilen Sauerstoff entzogen und dadurch ihre Weiterbildung verzögert. Nach dem Genusse des Branntweines, der eben viel Weingeist enthält, tritt Erschlaffung ein. Der nachtheilige Einfluß, welchen der unmäßige Genuß geistiger Getränke auch auf die Seelenthätigkeiten ausübt, braucht hier nicht erst erwähnt zu werden. Merkwürdig ist, daß schon in den ältesten Zeiten und fast unter allen Völkern auch der Gebrauch sich findet, durch die verschiedenartigsten Mittel sich in einen Zustand erhöhter geistiger Thätigkeit zu versetzen. Demselben mögen auch Thee und Kaffee ihre Weltberühmtheit verdanken.

Die Blätter der Theestaude enthalten neben Pflanzenfaser, Eiweiß, Gummi, Harz, Blattgrün und mancherlei unorganischen Bestandtheilen drei Stoffe, welche dem Thee seine Eigenthümlichkeit geben, nämlich Gerbsäure, ein flüchtiges Oel und das Theïn. Diesem letzteren Stoffe ($C_8H_{10}N_4O_2$) ist besonders die eigenthümlich erregende Wirkung des Thees zuzuschreiben. Man gewinnt ihn in Form weißer glänzender Krystalle, wenn man z. B. Theeblätter in ein Uhrglas legt, mit einem Papier bedeckt und bis zur Bräunung erhitzt. Mit der Gerbsäure tritt er zu einer Verbindung zusammen, die im heißen Wasser löslich ist, beim Erkalten aber wieder in eine Trübung übergeht. Daher müssen bei der Bereitung des Thees die Blätter in siedendes Wasser gethan werden, ohne daß man dann aber das Kochen weiter fortsetzt, weil sich sonst das aromatische Theeöl verflüchtigt. Am besten ist es, wenn das Gefäß fest verschlossen wird.

Die den Kaffee charakterisirenden Stoffe sind Kaffeefett, Kaffesäure und Kaffeïn. Ein mit dem Kaffeefett in höchst geringer Menge verbundenes flüchtiges Oel von orangegelber Farbe giebt dem Kaffee einen eigenthümlichen Geruch. Die Kaffeesäure ($C_{16}H_{14}O_6 + 2H_2O$) verändert sich beim Brennen des Kaffees in eine andere mit Basen verbundene Säure und erzeugt den Geruch des gebrannten Kaffees. Sie ist im Wasser leicht löslich und ertheilt ihm einen etwas säuerlichen Geschmack. Das Kaffeïn ist in seiner Zusammensetzung und seinen sonstigen Eigenschaften ganz dem Theïn gleich. Das Brennen oder Rösten des Kaffees muß möglichst rasch und gleichmäßig, auch bei nicht zu großer Hitze und in verschließbaren Brennern (Kaffeetrommeln) vor sich gehen, damit sich das Kaffeïn nicht verflüchtigt (bei 385 ° C) und um das Abdunsten des Aroma's zu verhüten. Aus demselben Grunde muß auch der gebrannte Kaffee in verschlossenen Gefäßen erkalten.

Wie es zugeht, daß Thee und Kaffee in besonderer Weise auf Erregung der Nerventhätigkeit einwirken, ist bis jetzt noch unerklärt. Da

Theïn und Kaffeïn in beiden Getränken enthalten ist, so ist man geneigt, jene Wirkung diesem Stoffe zuzuschreiben. Und in der That „muß es auch im höchsten Grade auffallend erscheinen, daß ein, wenn auch nur sehr geringer Gehalt eines und desselben eigenthümlichen Stoffes sich in allen diesen Getränken findet, welche so auffallend schnell zu nothwendigen Bedürfnissen der ganzen bewohnten Erde geworden sind.“ Ueberhaupt hat sich herausgestellt, daß der menschliche Organismus auch nach solchen Genußmitteln strebt, die speciell auf das Nervensystem einwirken, und die wir daher auch, das eine oder das andere, bei allen Völkern eingeführt finden. Zu solchen Genußmitteln gehören Kaffee, Thee, Opium, Taback u. dgl.

Schluß.

Ueberschauen wir noch einmal das Gebiet der Wissenschaft, welcher wir in diesem Werkchen unsere Aufmerksamkeit gewidmet haben, so kann uns der Gedanke nicht fremd bleiben, daß alles Leben in der Körperwelt nichts anderes ist, als eine ununterbrochene Reihe chemischer Vorgänge. Vor uns liegen sechszig und einige Elemente, theils im festen, theils im flüssigen, theils im luftförmigen Zustande, aber alle sind fähig, aus einem dieser Zustände in den andern überzugehen. Diese Elemente, die an sich immer dieselben bleiben, sehen wir bald zu zweien, bald zu dreien, bald zu mehren mit einander zu den verschiedenartigsten Körpern, aber immer unter festbestimmten Gesetzen, verbunden. Alle Körper, die wir nur irgendwo auf unserer Erde erblicken, sind eine Verbindung solcher Elemente. Die einfachsten Gebilde zeigt uns die unorganische Natur, das Mineralreich. Auf wunderbare Weise treten wiederum die unorganischen Stoffe zu noch anderen Gebilden, zu organischen Stoffen in der Pflanze zusammen. Und gleichwie bei der Bildung fester Körper aus dem flüssigen Zustande, wenn keine Störung dabei stattfindet, bestimmte Formen, die Krystallisationsformen, zu Tage kommen, so entstehen auch bei den chemischen Vorgängen in der Pflanze, bei dem Festwerden der flüssigen Pflanzenstoffe bestimmte Gestalten, wie wir sie z. B. in der Form der Blätter u. s. w. wahrnehmen. Wenn die Pflanze aber den Höhepunkt ihres Lebens erreicht hat, wenn sie endlich aufhört, ein lebender Organismus zu sein, dann zerfallen alle ihre Theile wieder nach und nach in die einfachen Stoffe, aus welchen sie in ihrem Leben sich bildete. Werden jedoch ihre Früchte, ihre Blätter ꝛc. vom thierischen Körper aufgenommen, so erreichen die chemischen Gebilde eine noch höhere Stufe, die Pflanzenstoffe verwandeln sich, meist unter sehr geringen chemischen Veränderungen, in Thierstoffe, welche in ihrer gesetzmäßigen Verbindung dann den thierischen Organismus darstellen. In diesem Organismus findet eben so wie in der lebenden Pflanze ein fortwährendes Anbilden und Abscheiden statt, bis zuletzt der Tod dem Neubilden ein Ende macht und auch hier einen Zerfall des Körpers in unorganische Stoffe herbeiführt, die wiederum der Pflanzen- und Thierwelt zu neuen Gestaltungen dienen.

Der Leib muß wieder zur Erde werden, wie er gewesen ist. „Immer schwerer zieht den Menschen der Staub zum Staube nieder, bis endlich die leichtbeschwingte Psyche, des Druckes müde, die zu schwer gewordene Erdenhülle abwirft. Sie überläßt den staubgebornen Leib der langsamen Verbrennung, welche wir Verwesung nennen. Ein Aschenhaufen bleibt der Erde, der er entlehnt war. Die Seele selbst, unsterblich oder unverwesbar, kehrt aus der Sklaverei der Naturgesetze zum Lenker der geistigen Freiheit zurück." Der Geist muß wieder zu Gott kommen, der ihn gegeben hat.

Druck von Julius Klinkhardt in Leipzig.